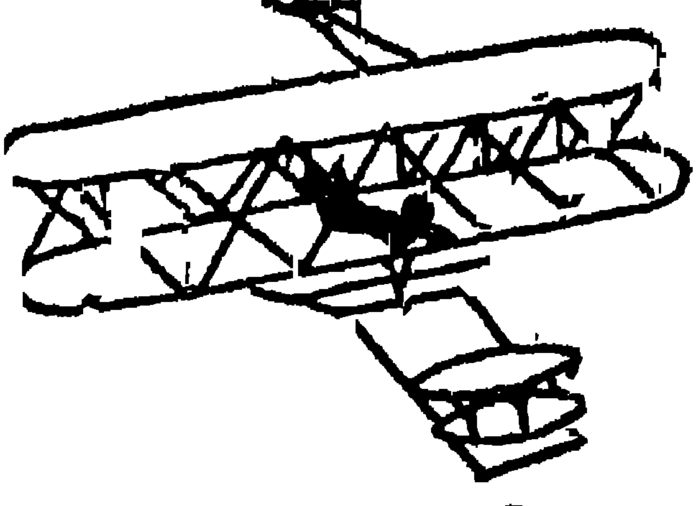

2 020120 000049









ఆధునిక విజ్ఞానము అవగాహన



మూలం :

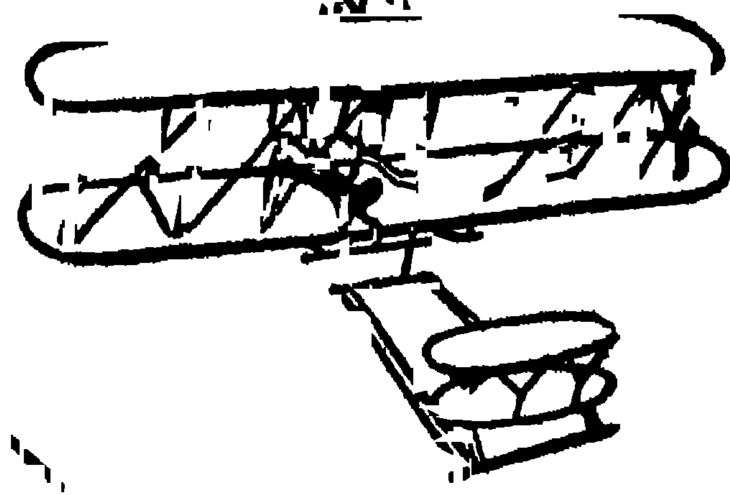
విలియం హెచ్. క్రవుజ్

అనువాదం :

ఆరుద్ర







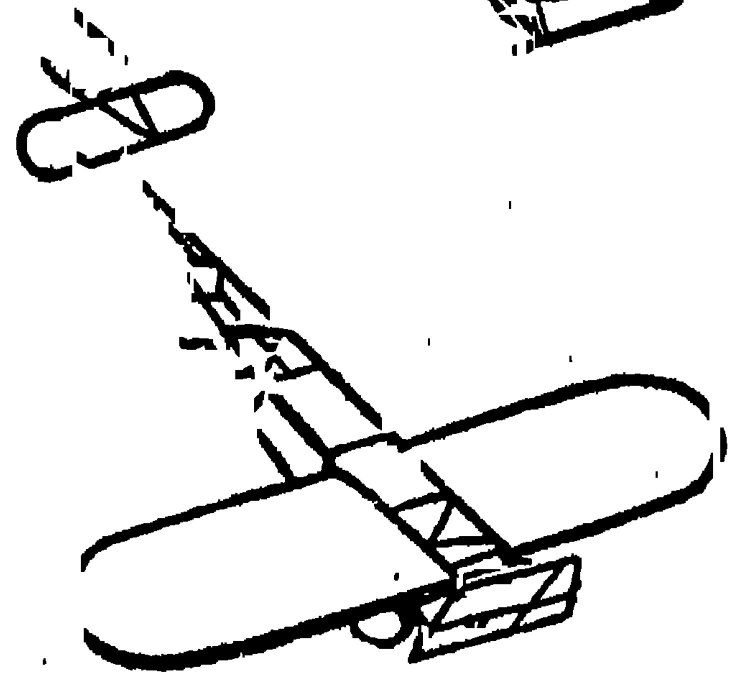


60

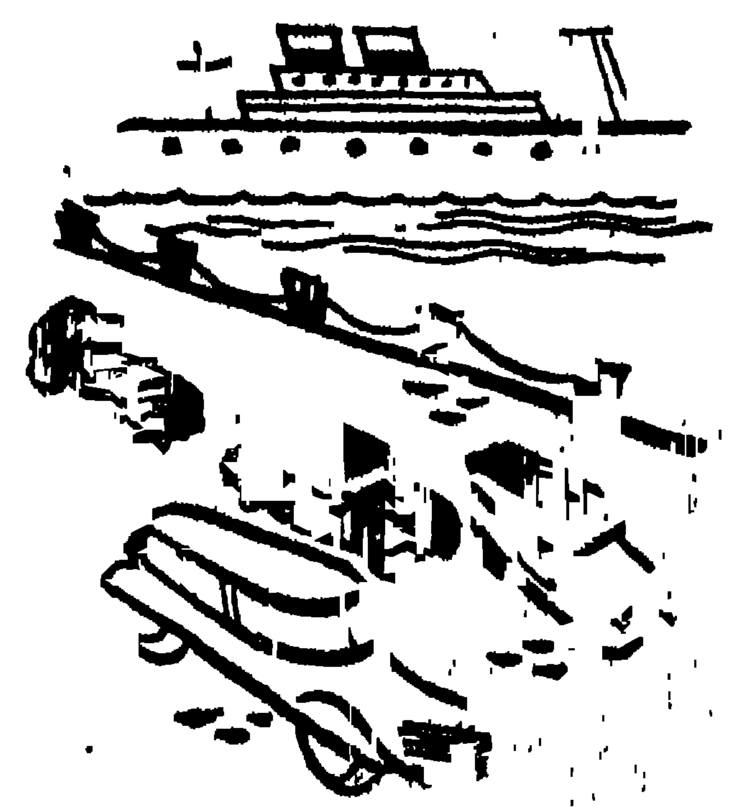
యం. శేషాచలం&కో

మద్రాసు-1.

మచిలీపట్టణము : : సికిందరాబాదు







UNDERSTANDING SCIENCE

By WILLIAM H. CROUSE

Telugu Translation by ARUDRA, Madras

Illustrated by Jeanne Bendick
Cover designed by K. Bhaskara Rao

Price:
Soft Cover Rs. 3-50
Hard Cover Rs. 4-50

ముఖచిత్రం : కేతినీడి భాస్కరరావు

వెల:

సాదా ప్రతి రూ. 3-50 మేలు ప్రతి రూ. 4-50

ముద్రణ:
క్రాంతి ప్రెస్, 12, ఫ్రాన్సిస్ జోసెఫ్ స్ట్రీట్, మద్రాసు-1.

ఆంధ్రప్రదేశ్ బుక్ డిస్ట్రిబ్యూటర్సు వారి
ఇంటింటా స్వంత గ్రంథాలయం ప్రణాళిక
చందాదారులకు ప్రత్యేక ప్రచురణ
ప్రతులకు:
ఆంధ్రప్రదేశ్ బుక్ డిస్ట్రిబ్యూటర్సు
రాష్ట్రపతిరోడ్డు :: సికింద్రాబాదు

తొలి పలుకు

ఈ నాడు శాస్త్రీయ విజ్ఞానం దినదినాభివృద్ధి చెందటం లేదు; క్షణక్షణాభివృద్ధి పొందుతున్నది. వివిధ దేశాలలోని శాస్త్రజ్ఞులు ఏకకాలంలో ఎన్నెన్నో విషయాలపై పరిశోధనలు జరుపుతున్నారు; కొత్త విషయాలను కనిపెడుతున్నారు; నూతన పరికరాలను సృష్టిస్తున్నారు.

శాస్త్రజ్ఞులు సాధిస్తున్న ఈ వినూత్న విజయాలవల్ల ఆధునిక జీవితం నానాటికీ చాలా సౌకర్యవంత మవుతున్నది. టెలిఫోను, రేడియో, టెలివిజన్, చలన చిత్రాలు, విమానాలు, టర్బోజెట్ యింజన్లు, రాకెట్లు, పరమాణు రియాక్టర్లు మొదలైన వాటివల్ల సామాన్య ప్రజల జీవిత విధానాలలో సైతం మార్పులు వస్తున్నాయి.

ఈ అద్భుతమైన విజ్ఞాన విజయాలను శాస్త్రజ్ఞులు ఎలా సాధించారు? నేడు మనం వాడుతున్న యాంత్రిక పరికరాలను ఎలా కనిపెట్టారు? మనం నిత్యం వాడుకొనే విద్యుద్దీపం, రేడియో సెట్టు మొదలైనవి ఏ సూత్రాలపై పని చేస్తాయి? మనం ప్రయాణంచేసే కార్లూ, డీసిలు బస్సూ మొదలైనవి ఎలా నడుస్తాయి? ఇటువంటి ప్రశ్నలకు సరళమైన జవాబులు చెప్పే సులభ గ్రంథాలు మన భారతీయ భాషల్లో,అందులోనూ ఆంధ్రంలో అరుదనే చెప్పాలి.

ఇరవయ్యో శతాబ్దంలో జీవిస్తూ ఇటువంటి విషయాలను గురించి ఈ మాత్రం ప్రాథమిక పరిచయం కూడా లేకపోతే అది సముచితం కాదు. ఇలాంటి అనుదిన ఆధునిక విజ్ఞానాన్ని సామాన్య జనంలో అందరూ అవలీలగా అవగాహన చేసుకోనడానికి ఉపకరించే ఒక సరళ గ్రంథాన్ని అమెరికన్ రచయిత విలియం హెచ్. క్రవుజ్ బహుసులభశైలితో, సప్రమాణంగా వివరించాడు. శాస్త్రీయ ప్రాథమిక సూత్రాలను వివరించి, వాటి నూతనాచరణవల్ల శాస్త్రజ్ఞులు ఏయే విజయాలను సాధించినదీ తెలియజేశాడు. ఆయన చెప్పిన ఆ అద్భుత విషయాలను పేజీ పేజీకి ఇచ్చిన బోలెడు బొమ్మలు మరింత కరతలామలకంగా విశదీకరిస్తున్నాయి. ఈ పుస్తకం వివిధ శాస్త్ర శాఖల సన్నిహిత సంబంధాన్ని వివరిస్తుంది. ఉదాహరణకు: మానవనేత్రాన్ని పరిశీలించి అవగాహన చేసుకొంటే కెమెరా, చలనచిత్రాలు, టెలివిజన్ మొదలైన వాటిని ఎంత సులభంగా ఆకళించుకోనవచ్చునో వివరిస్తుంది.

ఈ చక్కని పుస్తకాన్ని తెలుగు పాఠకలోకానికి అందించి, వారిలో ఆధునిక శాస్త్రాల అవగాహన పెంపొందింప జేయాలనే సంకల్పంతో మేమీ పుస్తకాన్ని ప్రచురింప తలపెట్టాము.

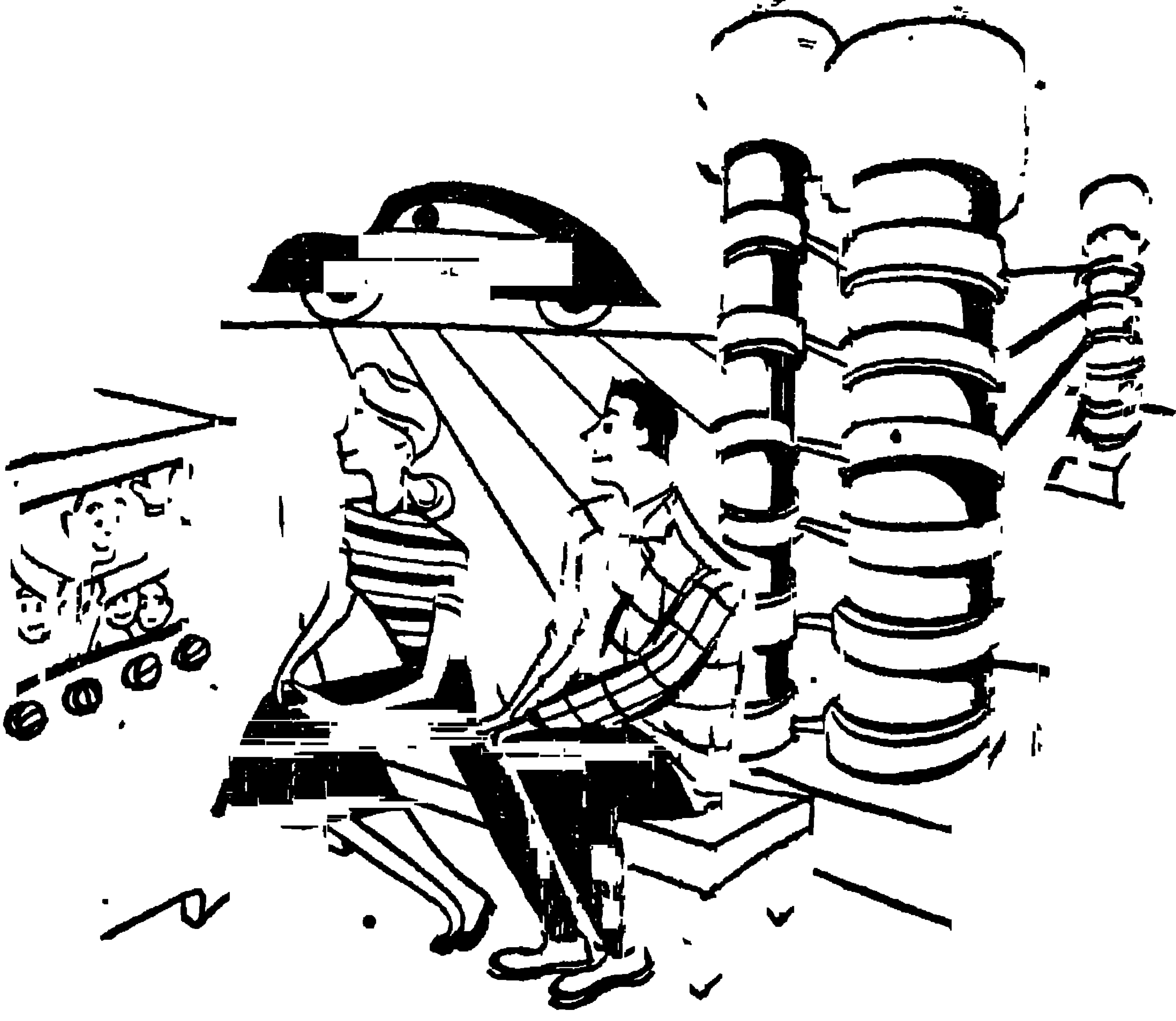
"ఈ ఆధునిక శాస్త్రీయ ప్రపంచంలో మనం సత్ప్రౌరులుగా జీవించాలంటే మనకి సూత్రాల అవగాహన కొంత అవసరం. ఆధునిక సమాజంలో శాస్త్రీయ విషయాలు ఎలా పనిచేస్తాయో తెలుసుకోనడం అత్యవసరం. ఆ అవగాహనను అందజేసే సహాయానికి ఈ పుస్తకం సవినయంగా అంకితమైనది" అన్న మూలరచయిత ఆశయాలతో మేము సంపూర్ణంగా ఏకీభవిస్తున్నాము.

సదసద్వివేచన శీలురైన ఆంధ్రప్రజ దీనిని యథోచితంగా ఆదరిస్తుందనే ఆశిస్తున్నాము.

—ప్రకాశకులు

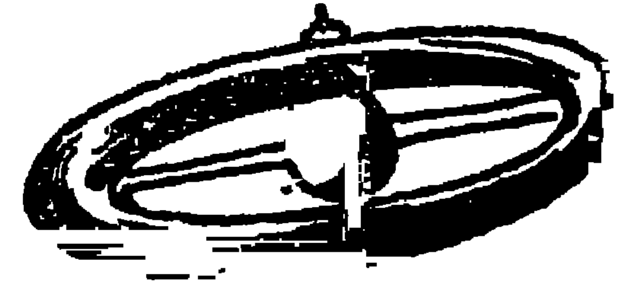
★ ఇందులోని విషయాలు ★

1.	నేటి విజ్ఞానం: భావాలు, భావనలు	1
2.	అగ్ని, అణుశక్తి	5
3.	మరీ క్లిష్టమైన పరమాణువులు	11
4.	అగ్ని: తదితర రసాయన ప్రతిక్రియలు	16
5.	ఉష్ణతగురించి ఒక వివరణ	21
6.	ఆవిరి వినియోగం	24
7.	ఆవిరి టర్బయినులు	31
8.	మొదటి అంతర్దహన యంత్రం	34
9.	అంతర్దహన యంత్రం ఎలా పనిచేస్తుంది?	37
10.	పిస్టన్ ఇంజిన్ నడుపుదల	44
11.	విద్యుచ్ఛక్తిని ఎవరు కనిపెట్టారు?	48
12.	విద్యుచ్ఛక్తి అంటే ఏమిటి?	55
13.	విద్యుచ్ఛక్తితో పని చేయించుకోవడం	60
14.	పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి	68
15.	టెలిఫోను	72
16.	గ్రామఫోను	79
17.	ఎలక్ట్రాన్ వాల్వులు	85
18.	ట్రాన్సిస్టర్లు	90
19.	రేడియోతరంగాలు	94
20.	రేడియో ప్రసార, స్వీకారాలు	97
21.	కాంతి	103
22.	మనం కాంతిని ఎలా చూస్తాం?	107
23.	ఫోటోగ్రఫీ	114
24.	చలన చిత్రాలు	121
25.	మాట్లాడే చలన చిత్రాలు	126
26.	టెలివిజన్	131
27.	రాడార్	140
28.	విమానాలు	144
29.	రియాక్షన్ ఇంజన్లు	153
30.	రోదసీ యాత్ర	163
31.	న్యూక్లియర్ శాస్త్రం: పరమాణుశక్తి	171
32.	భవిష్యత్తు లోనికి	181



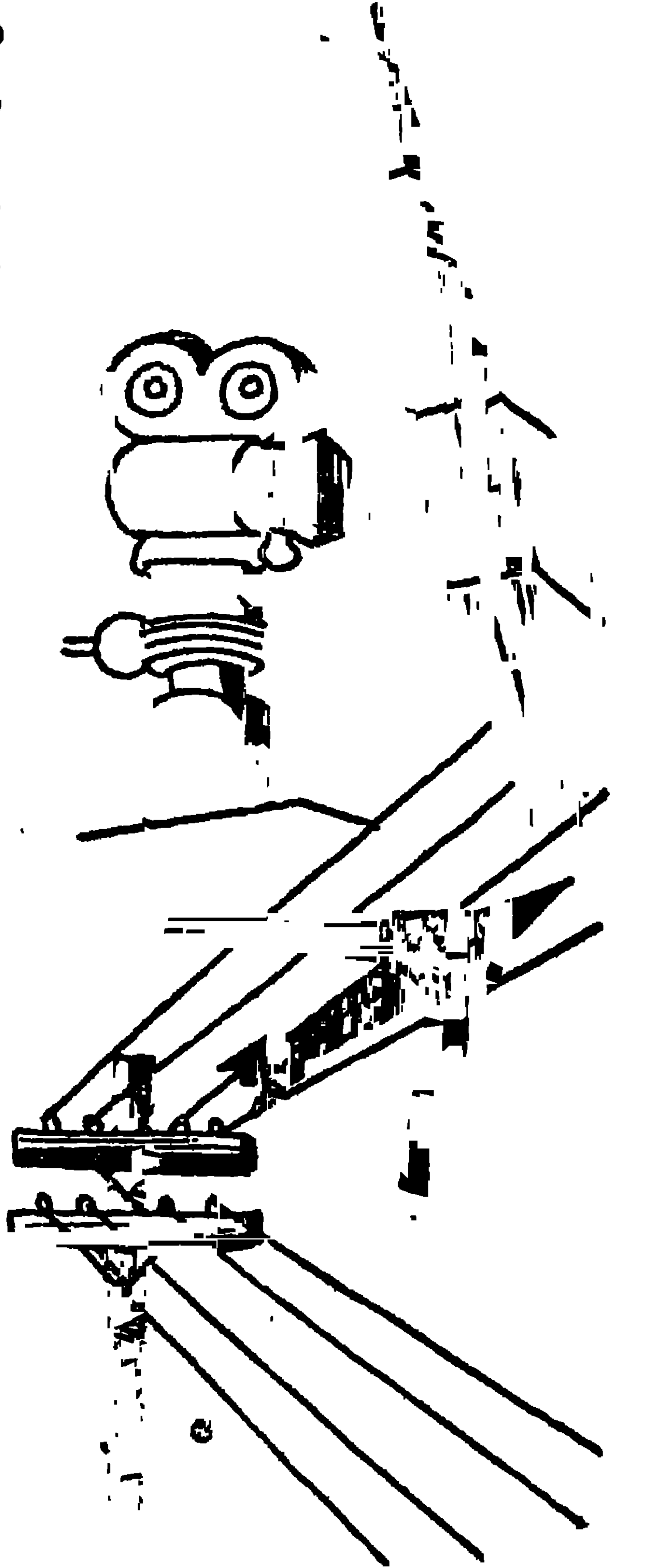
1

నేటి విజ్ఞానం: భావాలు, భావనలు



రంగు రంగుల టెలివిజన్ ఎలా పని చేస్తుంది? భూగోళానికి వేయి మైళ్ళ దూరంలో చుట్టూ పరిభ్రమించే 'రోదసీ ప్లాట్‌ఫారం' మన మెలా నిర్మించబోతాం? రాకెట్ నౌకలలో చంద్రగోళానికి ప్రయాణ మెలా చేద్దామని మానవుడు ప్లాను వేస్తున్నాడు? 'సోలార్ బేటరీ' అంటే ఏమిటి? ట్రాన్సిస్టర్ రేడియో ఎలా పని చేస్తుంది?

ఎప్పుడైనా మిమ్మల్ని మీరు ఇలా ప్రశ్నించుకొంటే, శాస్త్రజ్ఞుడి కుండే కుతూహలం మీ కుందన్నమాట. ప్రపంచంలో ఎవరికీ లేని కుతూహలం శాస్త్రజ్ఞులకే ఉంటుంది. వాళ్ళ చుట్టూ ఉండే ప్రపంచం గురించి ఎడతెగని ప్రశ్నలు వాళ్ళు వేసుకొంటూనే ఉంటారు; ప్రశ్నించడంతో ఆగిపోక సమాధానాల కోసం పరిశీలించి పరిశోధనలు జరుపుతూ ఉంటారు.

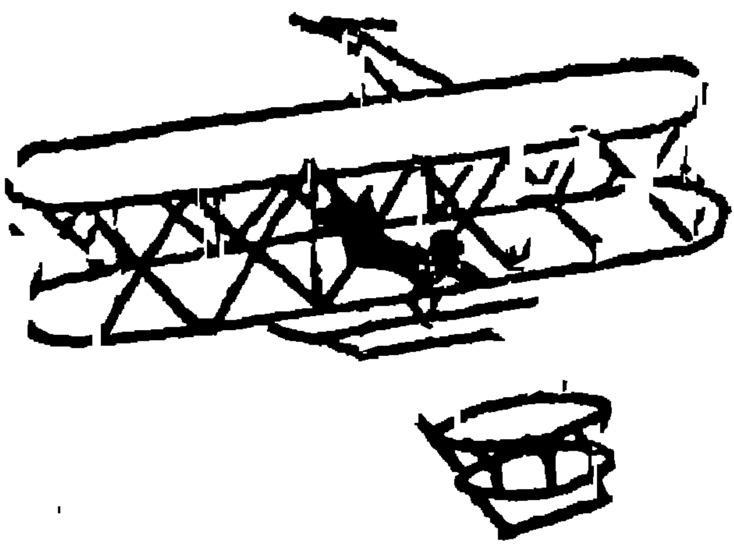


మీ చుట్టూ ఉన్న లోకంలోని విషయాలను గురించి మీకు కుతూహలం జనించి, మీకై మీరు ప్రశ్నలు వేసుకుంటే, శాస్త్రజ్ఞుడిలో ఉండే లక్షణాలు తగుమాత్రం తప్పకుండా మీలోనూ ఉన్నాయన్నమాటే. మీ ప్రశ్నలకి సరైన సమాధానాలు కావాలి కాబట్టి మీ రీపుస్తకం తెరుస్తూనే శాస్త్రీయ దృక్పథాన్ని ప్రదర్శిస్తారు. మోటారుకార్లు, ఏరోప్లేన్లు, సబ్‌మెరీన్లు, కృత్రిమ ఉపగ్రహాలు, రోదసీ నౌకలు, పరమాణుశక్తి, టెలివిజన్ మొదలైన వాటిని గురించీ, శాస్త్రజ్ఞులు ఇప్పటికే కనిపెట్టిన వాటిని గురించీ, ఇంకా



కనిపెడుతున్న ఇతర అద్భుతాలనుగురించీ మీరు తెలుసుకోవాలనుకుంటున్నారు.

శాస్త్రజ్ఞుల విధానాలనుగురించీ, వాళ్లు కనిపెట్టిన పెక్కు వింతలనుగురించీ ఈ పుస్తకంలో కొన్ని సంగతులు మీరు తెలుసుకుంటారు. ఈనాడు సర్వ సామాన్యమైన వాటిలో చాలావాటిని ఎలా కనిపెట్టారో తెలుసుకుంటే మీరు ఆశ్చర్యపోతారు. శాస్త్రజ్ఞులంటే ఏకాంతంగా అపూర్వ పరిశోధనాగారాలలో పనిచేసే రహస్యసిద్ధులున్న స్త్రీ పురుషులనీ, వాళ్ళు మంత్రదండాన్ని ప్రయోగించి అద్భుత మహిమలు సాధిస్తారనీ అప్పుడప్పుడు మనం భావిస్తాం. కాని, పోను పోను, మన ఆధునికఅద్భుతాలను కనిపెట్టడానికి ఆధారమైన ప్రముఖ పరిశోధనలన్నీ చాలావరకు అనేకమంది వ్యక్తుల కృషి మూలంగానే సాధ్యమైన వని తెలుసుకుంటాం. ప్రతి మహత్తర పరిశోధన కు ఒక ఆరంభం ఉంటుంది. ఎవరో ఒకరు కొంత ఆలోచించి, ప్రయోగాలు చేసి పరీక్షిస్తారు. ఒక అభిప్రాయం జనిస్తుంది. ఇంకో వ్యక్తి ఆ భావాన్ని గ్రహించి, దానిపైన మరింత పనిచేసి, మార్పులు గావించి, మరికొంతమందికి దానిని అందజేస్తారు. ఒకప్పుడు ఈ క్రమపద్ధతి కొన్ని వందల సంవత్సరాలు పట్టవచ్చు.



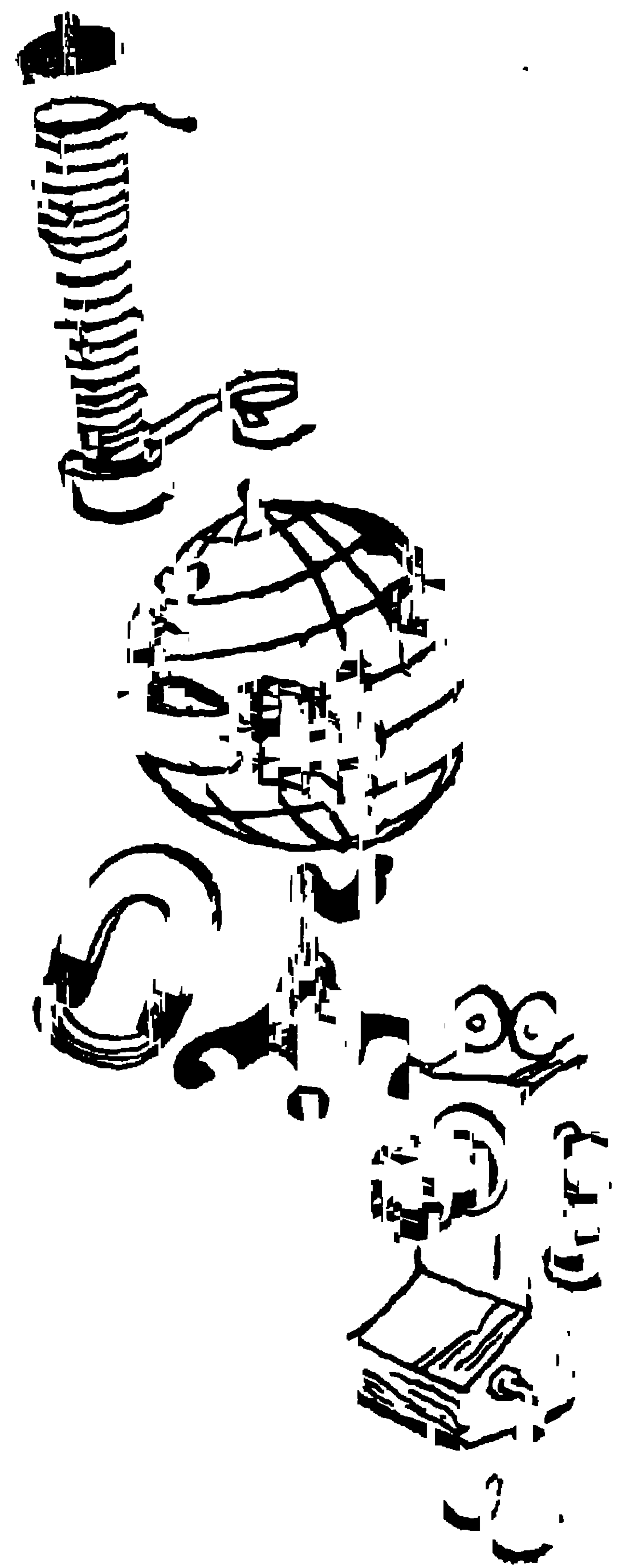
ఉదాహరణకి–విద్యుచ్ఛక్తియొక్క కొన్ని గుణాలను రెండువేలా అయిదువందల సంవత్సరాలకి పూర్వమే కనిపెట్టారు. అలాగే మొదటి ఆవిరియంత్రాన్ని కూడా రెండువేల సంవత్సరాలకి పూర్వమే కని పెట్టారు. రమారమి ఎనిమిదివందల సంవత్సరాలక్రితమే 'కెమెరా' ప్రాథమిక మూలసూత్రాలు తెలుసుకున్నారు. నాలుగువందల సంవత్స రాల ముందే విమానాల సూత్రాలూ, హెలీకాప్టర్ నిర్మాణానికి నమూనాలూ చూచాయగా సూచించారు; పారాచూట్‌ని కని పెట్టారు. అయితే ఈ అభిప్రాయాలను ఆచరణయోగ్యం చేయ డానికి వందలాది సంవత్సరాలు పట్టింది.



మూల సూత్రాలను విస్తరింపజేసి వీటిని కనిపెట్టడానికి ఇన్ని శతాబ్దాలు ఎందుకు పట్టిందంటే,చాలా కారణా లున్నాయి.అందులో మరీ ముఖ్యమైన కారణ మేమిటంటే, గడచిన శతాబ్దాలలో ఒకరి అభిప్రాయాలను ఇంకొకరికి తెలియజేయడానికి అవకాశం చాలా తక్కువగా ఉండేది. టెలిఫోనులు లేవు; విశ్వసనీయమైన తపాలా

సౌకర్యాలు లేవు. ఒక చోటునుంచి యింకో చోటుకి ప్రయాణం చేయాలంటే అది ప్రమాదకరంగా ఉండేది. అప్పట్లో కార్లూ, రైళ్ళూ లేవు. ఇన్ని రోడ్లుకూడా లేవు. పుస్తకాలు చాలా అరుదు; ఎంతో ఖర్చు పెట్టాలి – అయినా సునాయాసంగా దొరికేవి కావు. అందుచేత ఏదైనా కొత్త విషయాన్ని కనిపెట్టిన శాస్త్రజ్ఞుడు తాను కనిపెట్టిన వాటిని ఇతర ప్రాంతాలలో ఉండేవాళ్ళకు చెప్పాలంటే సరైన మార్గమే రమారమి లేదని చెప్పాలి. అందుచేత ఇలా కొత్తగా కనిపెట్టిన విషయం ఇతరులకు లాభించేది కాదు. వాళ్ళు ఆ పద్ధతులలో ఏమైనా విజయాలు సాధించాలంటే ముందుగా మొదటినుంచీ ఆ కొత్త విషయాన్ని కనిపెట్టక తప్పేది కాదు.

ఇటువంటి పరిస్థితులలో విజ్ఞాన శాస్త్రాభ్యుదయానికి అవకాశాలు తేజోవంతంగా ఉండవని మీరు గమనించే ఉంటారు. విద్యుచ్ఛక్తిని గురించీ, శబ్ద తరంగాలనుగురించీ ప్రాథమిక సూత్రాలు తెలియకుండా టెలిఫోను కనిపెట్టాలంటే ఎలా ఉంటుందో మీరే ఊహించండి. అదృష్టవశాత్తూ, టెలిఫోను కనిపెట్టిన అలెగ్జాండర్ గ్రాహం బెల్ మూలసూత్రాలను కూడ కనిపెట్టవలసిన అవసరం లేకపోయింది. అతనికన్నా ముందుగానే కొందరు ప్రాచీనులు వాటిని కనిపెట్టారు. వాళ్ళు తాము పరిశోధించి తేల్చిన విషయాలను వివరిస్తూ గ్రంథస్థం చేశారు. వాటిని బెల్ చదువుకోగలిగాడు.



పూర్వ పరిశోధనలను గురించి చదవడం శాస్త్రజ్ఞుల కెంత ముఖ్యమో చూడండి. విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తిచేసే ఎలెక్ట్రిక్ బ్యాటరీని ఒక ఇటలీ దేశీయుడు కనిపెట్టాడు. విద్యుచ్ఛక్తి అయస్కాంత తత్వానికీ గల సంబంధాన్ని ఒక ఫ్రెంచి దేశస్థుడు కనిపెట్టాడు. జర్మనీ దేశీయు డొకడు విద్యున్నిరోధక సూత్రాలపై పనిచేశాడు. ఈ పరిశోధనల సారాంశాల నన్నిటినీ ఉపయోగించి అమెరికా దేశీయుడు టెలిఫోన్ యంత్రాన్ని కనిపెట్టాడు.

ఇదొక్కటే ప్రత్యేకంగా చెప్పవలసిన ఉదాహరణ కాదు. ఆధునికంగా కనిపెట్టిన ఏ ఒక్కటీ ఒక్క చేతిమీదుగా సాధించిన విజయమని చెప్పలేం. వివిధ తరాలకీ, వివిధ దేశాల సంబం

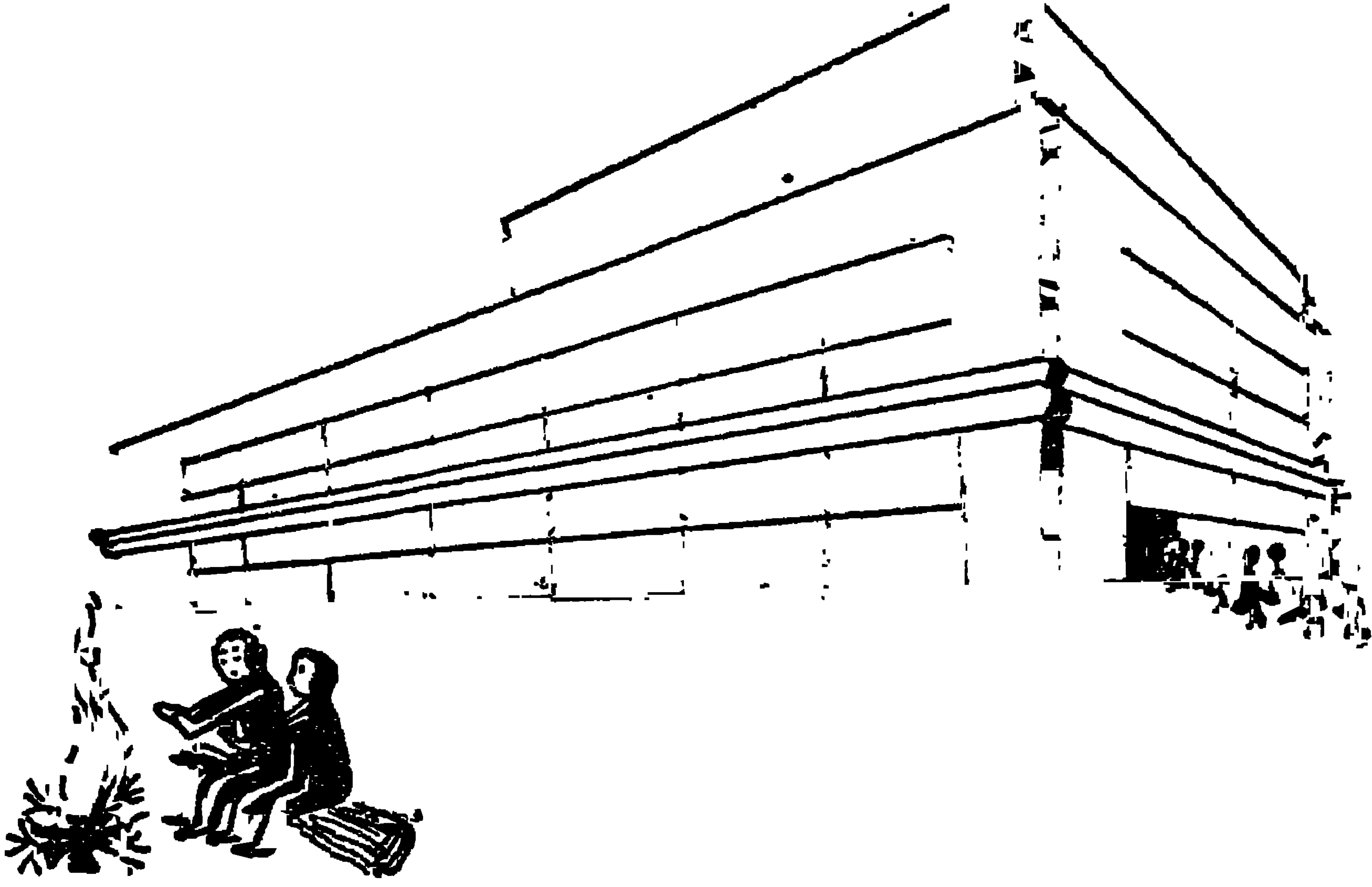
ధించిన అనేకానేక స్త్రీ పురుషులు కృషిచేసి ప్రప్రథమ పరిశోధ నకి పునాదులు వేస్తే, వాటిమీదనే నేటి ఆధునిక శాస్త్రీయ విజయ సౌధాలు లేచాయి.



కొత్త విషయాన్ని కనిపెట్టిన ఘనత వ్యక్తులకి ఆపాదించాలని ప్రజలు వాంఛిస్తారు. ఆవిరియంత్రాన్ని వాట్ కనిపెట్టా డంటారు. విద్యుద్దీపాన్ని ఎడిసన్, విమానాన్ని రైట్ సోదరులూ కనిపెట్టా రంటారు. నిజమే! ఈ మేధావులు సాధించిన అమోఘ కార్యా లకు వాళ్ళ నెంత శ్లాఘించినా అది తక్కువే! అయితే వాళ్ళలో ఏ ఒక్కరూ వాళ్ళంతట వాళ్ళే ఈ విజయాలను సాధించలేదు. అం తకుముందు ఎందరో మహానుభావులు ప్రాథమిక సూత్రాలను, పునాది సిద్ధాంతాలను ప్రసాదించారు కనుకనే ఈ అద్భుత సాధ నాలను కనిపెట్టడానికి ఆస్కారం కలిగింది.

అనేక దేశాలలోని అనేకమంది మహనీయుల మేధస్సు నుండి ఉద్భవించిన అభిప్రాయా లెంత ముఖ్యమైనవో మీరు ఈ పుస్తకంలో ముందుముందు గమనిస్తారు. మేధాసంపదమీద ఏ ఒక్క దేశా ని గుత్తఅధికారం లేదు. శాస్త్రీయవిజ్ఞానం నిరాఘాటంగా అభివృద్ధి చెందా లంటే వివిధ దేశాలలోని మేధావులమధ్య స్వేచ్ఛాయుతమైన పరస్పరాభిప్రాయ ప్రకటన అత్యవసరం. కొత్త కొత్త భావాలను ప్రపంచంలోని శాస్త్రజ్ఞులందరూ ఒకరికొకరు విశదం చేసుకుంటూఉంటే నిరంతర శాస్త్రీయాభివృద్ధి, నూతన విషయాలు కనిపెట్టడాని ఆస్కార ముంటుందని మనం ధైర్యంగా చెప్పవచ్చు.





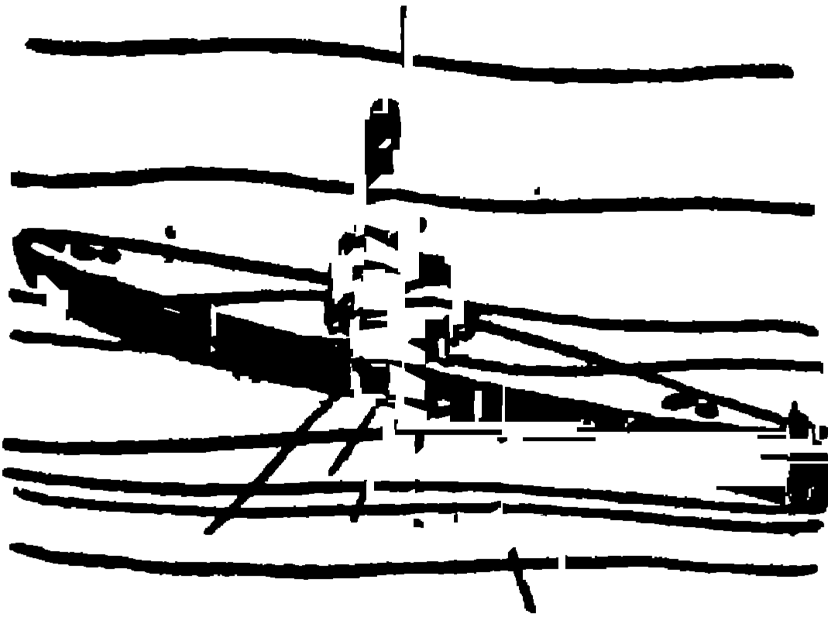
2
అగ్ని, అణుశక్తి

అగ్ని మానవుడి నమ్మిన బంటు. అది మీకు వెచ్చదనమిస్తుంది; మీ అన్నం వండిపెడుతుంది. పరిశ్రమలు ఎక్కువగా శక్తి ప్రవరు మీదనే ఆధారపడతాయి. ఆ శక్తిని ఇంజన్లు తయారుచేస్తాయి. ఆ ఇంజన్లను నడిపే ఆవిరిని అగ్నే ఉత్పత్తిచేస్తుంది. మనం వాడే విద్యుచ్ఛక్తిలో ఎక్కువభాగాన్ని ఉత్పత్తిచేసే ఎలెక్ట్రిక్ జనరేటర్లు ఏయింజన్లవల్ల నడుస్తాయో ఆ ఇంజన్లని అగ్నే నడుపుతుంది. పరిశ్రమలలో దానిని సహస్ర ప్రక్రియలలో వినియోగిస్తారు. మన మోటారు కార్లు, లారీలు, వ్యవసాయపు ట్రాక్టర్లూ, డీసిల్ రైళ్ళూ, ఏరోప్లేనులూ మొదలైనవి పెట్రోల్ ఇంజన్లవల్లా, చమురు యంత్రాలవల్లా నడుస్తాయి. ఆ చోదకశక్తిని త్వరిత లయానుబద్ధంగా జ్వలించే ప్రత్యేకమైన స్వరూపంలో ఉన్న అగ్ని ప్రసాదిస్తుంది. ఆహారం, వస్త్రాలు, విద్యుచ్ఛక్తి, గృహనిర్మాణ పరికరాలు, పుస్తకాలు, మోటారుకార్లు, విద్యుత్ పరికరాలు మొదలైన మానవ విరచిత వస్తుసముదాయంలో అగ్నిసహాయం లేకుండా తయారైంది రమారమి లేదనే చెప్పాలి.

అయితే, శాస్త్రజ్ఞులు అగ్నిని గురించి ఏం చెప్తారంటే, అది మన నాగరికతని కొనసాగించడానికి అవసరమైన ఉష్ణతనీ, శక్తినీ ఉత్పత్తి చేసుకొందికి చాలా వ్యర్థమైన సాధనమట. జ్వలించే ఇంధనాలలో నిక్షిప్తమైన శక్తిలో సహస్రాంశంలో సహస్రాంశాన్ని మాత్రమే అగ్ని ఉపయోగించుకుంటుంది.

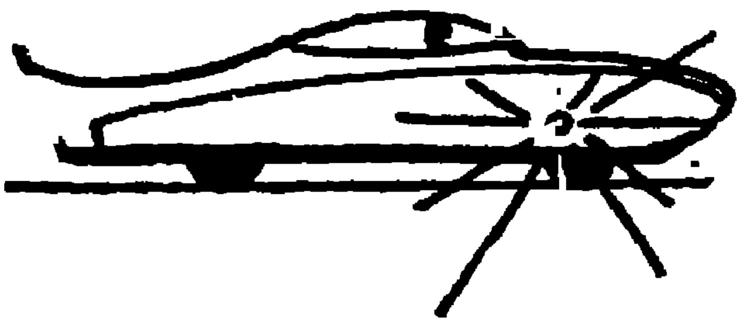


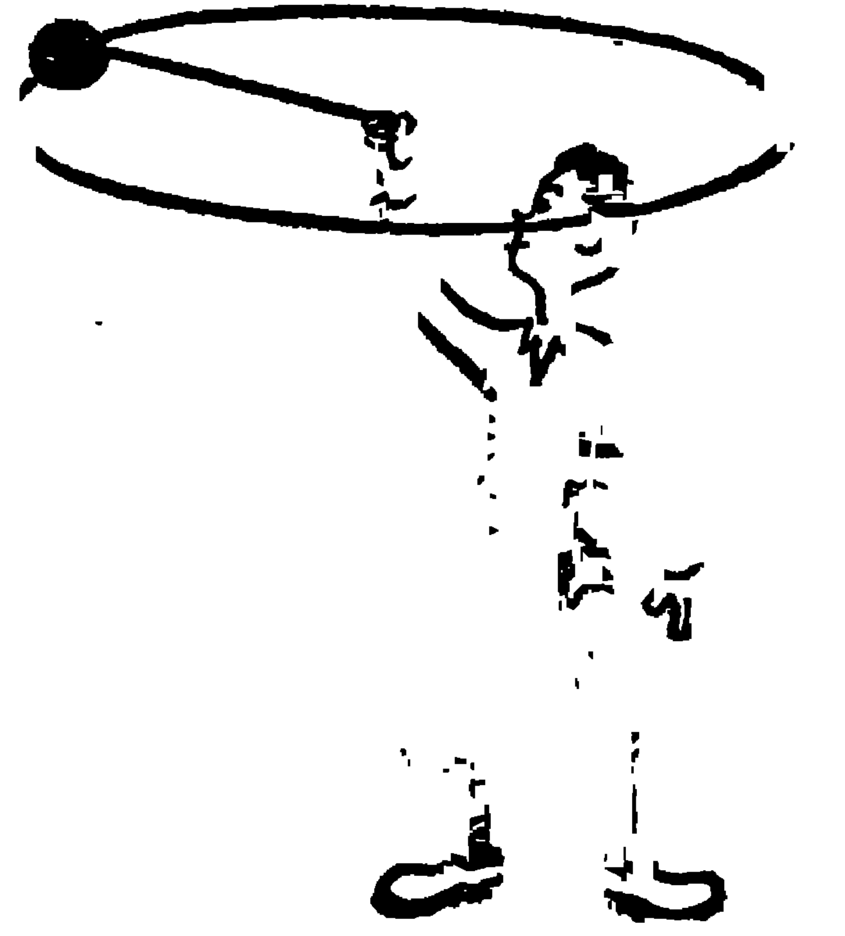
"బాగుందయ్యా! మరైతే వంటచెరుకు మొదలైన ఇంధనాలలో ఉన్న శక్తిలో ఎక్కువ భాగాన్ని వినియోగించుకోడానికి మార్గాంతరాలని ఎందుకు కనిపెట్టకూడ" దని మీరు అనవచ్చు. ఆ శక్తిని సంపూర్ణంగా ఎందుకు వాడకూడదు? అది సాధ్యమైతే, అద్భుతంగా ఉంటుంది. ఏమంటే, అప్పుడు ఒక పెద్ద స్టీమరు యూరోపునుండి రానూ పోనూ నడవడానికి కావలసిన శక్తిని ఒక వీశెడుబరువుకూడా ఉండని ఇంధనం ప్రసాదించగలదు; ప్రపంచం చుట్టూ పయనించే పెద్ద విమానాన్నికూడా ఒక పౌనుబరువుండే ఇంధనంలోని శక్తి నడిపించగలదు. చలిదేశాలలో ఉండే గృహాలను ఒక ఔన్సులోని అత్యల్ప భాగం వేడిగా ఉంచగలదు; అదే శక్తి ఒక మోటారుకారును నెలల తరబడి నడపగలదు.



ఈ అద్భుతాలు సంభవించడానికి ఆరంభసూచనలు కనబడుతున్నాయి. కొన్నిపౌన్ల ఇంధనంతో నెలల తరబడీ నడిచే సబ్‌మెరీన్లు ఇప్పటికే సముద్ర గర్భాలలో సంచరిస్తున్నాయి. ఈ నూతన ఇంధనాన్ని ఇకమీదట ప్రయాణసాధనాలైన పెద్దపెద్ద స్టీమర్లూ,విమానాలూ ఉపయోగించవచ్చు.చలిదేశాలలోని గృహాలకు వేడిమినివ్వడానికీ,రైళ్ళనీ, మోటారుకార్లనీ నడపడాని దీనినే ఉపయోగించా లనుకుంటున్నారు. కొత్తగా నిర్మించిన కొన్ని ఆధునిక విద్యుచ్ఛక్తి కర్మాగారాలు ఈ నూతన విధానంపైన నడుస్తున్నాయి.

మన మిప్పుడు చర్చిస్తున్న ఈ నూతన విధానమేమిటో మీరు పోల్చుకునే ఉంటారు. అదే పరమాణు శక్తి, లేక ఆటామిక్ ఎనర్జీ. మనమందరం పరమాణువును గురించి కొంత వినేవుంటాం. మన వర్తమాన కాలాన్ని—ఇరవయ్యో శతాబ్దాన్ని—పరమాణు యుగమని కూడా పిలుస్తాం. పరమాణువును గురించి తెలుసుకోవడం మనకు చాలా ముఖ్యం.మన ప్రయోజనాలకోసం అనేకవిధాలుగా పరమాణువుని అర్థంచేసుకుంటే టెలిఫోను, రేడియో, టెలివిజన్, కార్లు, విమానాలూ మొదలైనవేకాక ఆధునిక ప్రపంచంలో ఉన్న ఇతర అద్భుత సాధనాలని అర్థంచేసుకోవడానికి వీలవుతుంది; శాస్త్రీయ సత్యాల వినూత్న ప్రపంచం మన అందరికోసం పూర్తిగా తెరుచుకుంటుంది.





పరమాణువు అర్థంకాని గడ్డువిషయమని మీరు భయ పడనక్కరలేదు. ఒక దారానికి కట్టిన బంతిని మీ శిరస్సు చుట్టూ గిరగిరా తిప్పుతున్నారనుకోండి; అదెంత సామాన్య విషయమో, పరమాణువు కూడా అంత తేలిక విషయమే. మన విశ్వంలోని సమస్తం పరమాణువులతో కూడుకొన్నదే. మీ దుస్తులూ, కూర్చొనే కర్రసామాన్లూ, కిటికీల అద్దాలూ, లోహదీపాలూ, పొయ్యి చేయడానికి ఉపయోగించిన మన్నూ, ఇటికలూ ఇలాంటి అనేకానేక వస్తువులన్నీ వివిధ రకాలైన పరమాణువులవల్ల తయారైనవే. ఆ పరమాణువులు తొంభయిరకాలు.

ఒకరకమైన పరమాణువుని ఇనుము అంటాం. ఇంకొకరకమైన దానిని ఆమ్లజని అంటాం. ఇలాగే మిగతావాటిని రాగి, వెండి, బంగారం, నత్రజని, ఉదజని, గంధకం అని పిలుస్తాం. ఈ వివిధపదార్థాలకి మూల ద్రవ్యములు అని పేరు. ఉదాహరణకి—ఇనుము మూలద్రవ్యం ఒక రకమైన పరమాణువుతో తయారవుతుంది. ఆమ్లజని మూలద్రవ్యం ఇంకోరకం పరమాణువుతో తయారవుతుంది. ఈ తొంభైపైచిలుకు పరమాణువులలో కొన్నికొన్నింటిని వివిధరకాలుగా సమ్మేళనం చేస్తే, మనచుట్టూ కనిపించే కోటానుకోట్ల వస్తుసముదాయాలు తయారవుతాయి. వర్ణక్రమంలో ఉండే అక్షరాలతో దీనిని మీరు సరిపోల్చవచ్చు. ఇంగ్లీషుభాషలో ఉండే ఇరవైఆరు అక్షరాలనుగాని, తెలుగులో ఉండే ఏభైఆరు అక్షరాలనుగాని వివిధ రీతులలో ఒకదానిపక్కన ఒకటి పేరిస్తే లక్షలాది మాటలు ఏర్పడుతాయి. అలాగే వివిధ మూల ద్రవ్యాల పరమాణువులనీ పలురీతులలో సమీకరిస్తే ఈ ప్రపంచంలోని అనేక పదార్థాలను ఏర్పరచవచ్చు. దీనిని గురించి, ఈ పుస్తకంలో, ముందు ముందు, ఇంకా ఎక్కువగా చెప్పడానికి వీలవుతుంది. ప్రస్తుతానికి పరమాణువుని మరింత విపులంగా పరిశీలించి దాని నిర్మాణం గురించి వీలైనంత తెలుసుకుందాం.

పరమాణువు

ఒకేఒక పరమాణువుని చూడ్డానికి ప్రయత్నించేవాడు, మహాసముద్రంమీద కొన్నిమైళ్ళు ఎత్తున పయనిస్తూ అందులోని ఒకేఒక నీటిబొట్టుని చూడదలిచేవాడితో సమానం. అతడు అనేకానేక జలబిందువుల

సమ్మేళనంయొక్క పర్యవసానాలను దర్శిస్తాడుగాని ఒకేఒక నీటి బొట్టుని ఎంతమాత్రం చూడనేలేదు.

ఆ విధంగానే, మనమొక నీటిబిందువునుగాని, ఇసుకరేణువునిగాని చూస్తే, అవి అసంఖ్యాకమైన పరమాణువుల సమ్మేళనంయొక్క పర్యవసానాలు. ఒక నీటిబొట్టులో ఉండే ఒకేఒక పరమాణువుని చూడ్డానికి వీలుగా ఆ నీటిబిందువు రూపాన్ని కొన్నికోట్లరెట్లు పెంచే సాధనం ప్రస్తుత శాస్త్రీయ పరికరాలలో లేనేలేదు. పరమాణువులు అతి అల్పాతి అల్పమైనవి. ఒకేఒక నీటిబొట్టులో మూడువేలా మూడు వందల బిలియన్ల బిలియన్ల పరమాణువు లుంటాయి (బిలియనంటే లక్షకోట్లు). ఈ అంకెని వ్రాయాలంటే 3,300 వ్రాసి,దానితరవాత పద్దెనిమిది సున్నాలు పెట్టాలి. అన్ని పరమాణువులను లెక్కపెట్టాలంటే ఎంత కాలం పడుతుందనుకుంటారు? సెకెండు కొకటిచొప్పున రాత్రీ పగలూ విరామం లేకుండా లెక్కిస్తే నూరువేల బిలియను సంవత్సరాలు (అంటే పదిలక్షల కోటికోటి సంవత్సరాలు. ఒకటి తరవాత పంథొమ్మిది సున్నాలు) పడుతుంది. ఒక్క నీటిబొట్టులోని పరమాణువులని లెక్కపెట్టడానికే ఇంతకాలం పడుతుందని తెలుసుకొంటే, ఇక ఆ పరమాణువు లెంత అల్పాతిఅల్పంగా ఉంటాయో అర్థంచేసుకోవచ్చు.

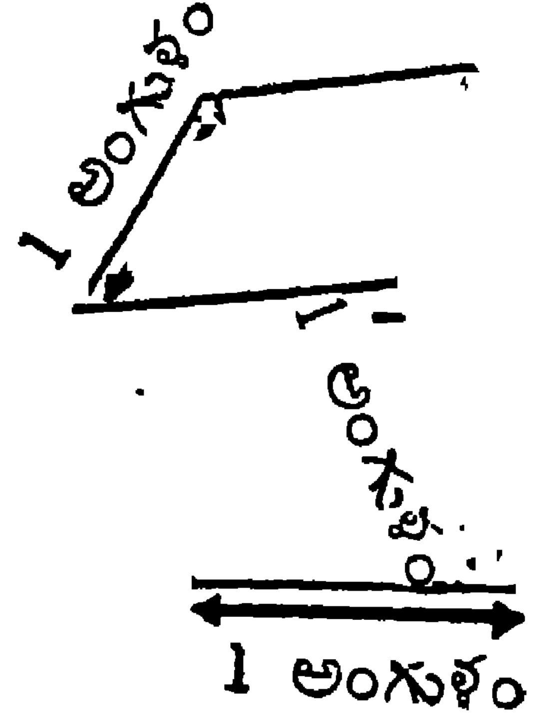
నీటి చుక్క కోటానుకోట్ల పరమాణువులతో నిర్మిత మవుతుంది.

పరమాణువు అంత చిన్నదే కావచ్చుగాని, దాని స్వరూప చిత్రాన్ని మనం సాధ్యమైనంత ప్రస్ఫుటంగా ఒకేఒక పరికరంతో చూడగలం. అది ప్రపంచంలో ఉన్న మహాశక్తివంతమైన సూక్ష్మదర్శినికన్నా ప్రబలమైన శక్తిగలది. అదే మన ఊహాశక్తి. దాని సహాయంతో మనం పరమాణువుని విస్తృతంచేసి దాని నిర్మాణక్రమాన్ని పరీక్షించగలం.

పరమాణు పరీక్ష

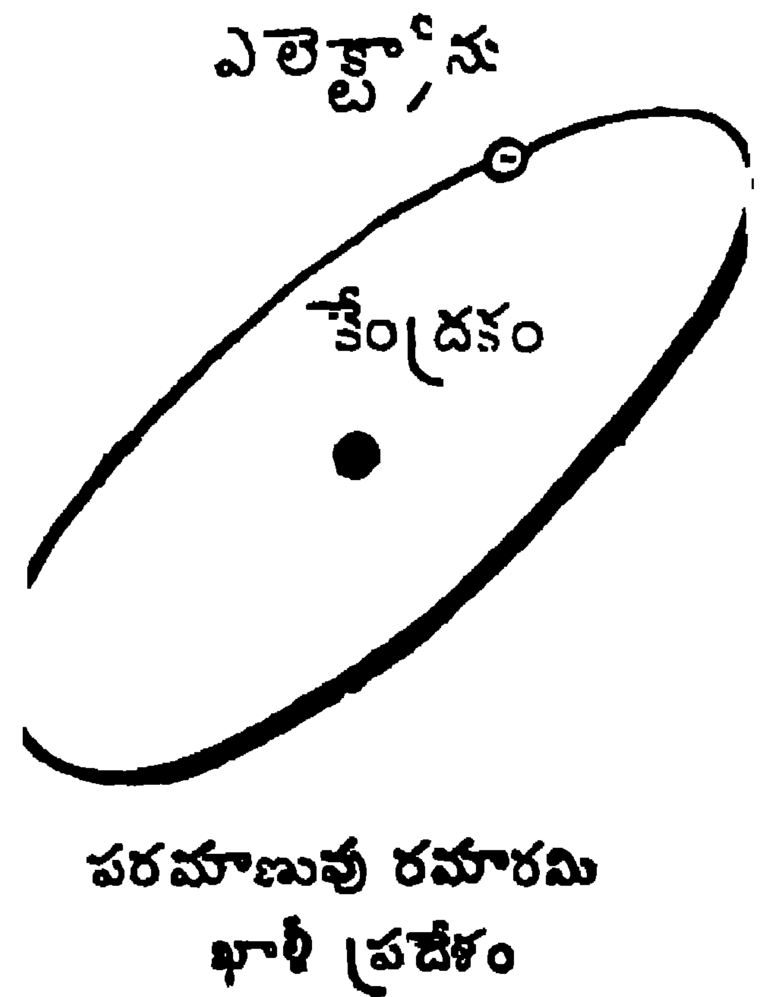
పరమాణువులలోకల్లా క్లిష్టంకానిది ఉదజని పరమాణువు. దానినే మనం పరీక్షిద్దాం. ఉదజని వాయుపదార్థం. అది అన్నిటికన్నా తేలికగా వుండే వాయువు. నిజానికి దానికన్నా తేలికగా వుండే వాయువు ప్రపంచంలోనే లేదు.

ఒక ఘనపుటంగుళం ఉదజనిని వాతావరణ పీడనం కొలతలో అంటే భూమి పై అంచుమీద ఉండే గాలిబరువులో తీసుకుందాం. దీని ఉష్ణోగ్రత 32 డిగ్రీల ఫారన్ హీటు. అయితే ఈ ఘనపుటంగుళపు ఉదజనిలో సుమారు ఎనిమిదివందలా ఎనభై బిలియను బిలియన్ల పరమాణువు లుంటాయి. తరువాత, ఈ ఘనంయొక్క పరిమాణాన్ని ప్రపంచాన్ని ఇముడ్చుకోగలిగినంతదాకా పెంచగలిగా మనుకోండి. అప్పుడు దాని కొలత ఒక్కొక్కవైపునా ఎనిమిదివేల మైళ్ళుంటుంది. ఆ ఘనంలో ఉండే పరమాణువుల సైజుకూడా అదే లెక్కలో పెరిగి కళ్ళతో చూడగలిగినంత పెద్దవిగా ఉంటాయి. ఇప్పు డొక్కొక్క పరమాణువుయొక్క వ్యాసం సుమారు పది అంగుళాలు ఉంటుంది!



పరమాణువు అంటే రమారమి ఖాళీ ప్రదేశమని మీరు మొట్టమొదట గుర్తిస్తారు. ఆ తరువాత, పరమాణువులో పరిభ్రమిస్తున్న భాగాల వేగాన్ని మీరు తగ్గించగలిగితే అందులో రెండే రెండు కణాలు తప్పించి ఇంకేమీ లేవని గుర్తిస్తారు! కేంద్రంలో ఒక కణముంటుంది; ఇంకొక కణం ఈ కేంద్రకణం చుట్టూ మహత్తరవేగంతో పరిభ్రమిస్తూ ఉంటుంది. దారంతో కట్టి మీ శిరస్సు చుట్టూ తిప్పుతున్న బంతితో దీనిని సరిపోల్చవచ్చు.

ఉదజని పరమాణువులోని కేంద్రకంలో ఒకే ఒక కణముంటుంది; దాని పేరు ప్రోటాను. ఈ ప్రోటాను చుట్టూ పిచ్చిగా తిరుగుతున్న చిన్న కణాన్ని ఎలెక్ట్రాన్ అంటారు. కాబట్టి, కేంద్రకంలో ప్రోటాను, దానిచుట్టూ పరిభ్రమించే ఎలెక్ట్రానూ ఉన్నదే ఉదజని పరమాణువు.



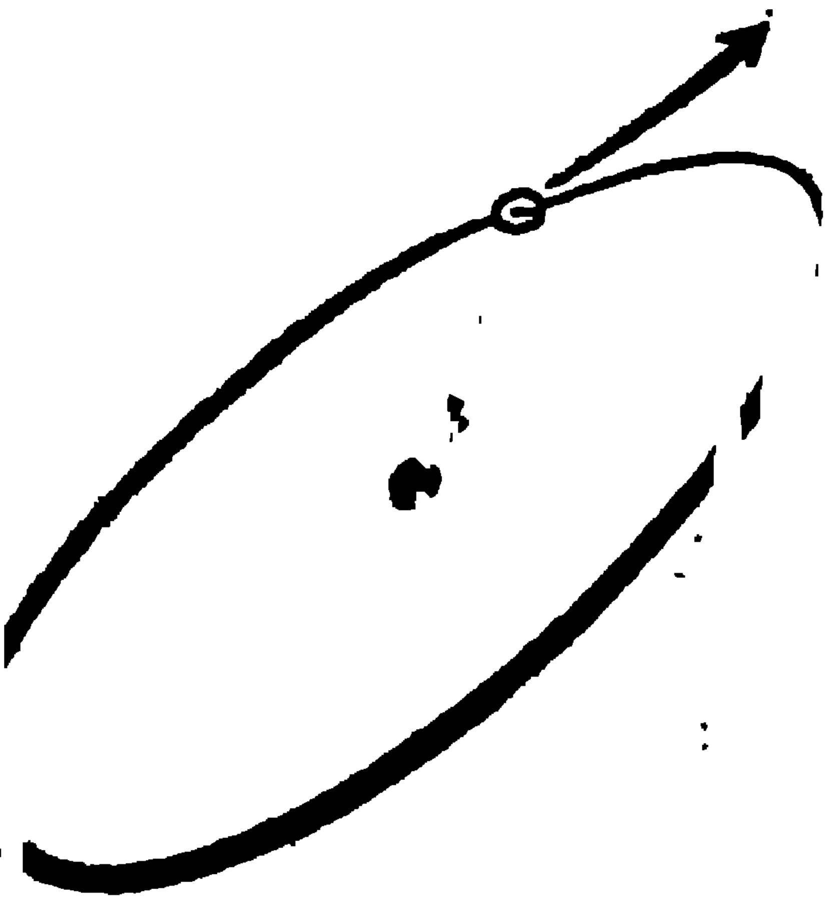
పరమాణువు రమారమి ఖాళీ ప్రదేశం

విద్యుచ్ఛక్తి విడని సమస్య

ప్రోటానూ, ఎలెక్ట్రానూ విద్యుచ్ఛక్తియొక్క రెండు రూపాలు. ప్రోటానులో ధనవిద్యుత్తుఆవేశ ముంటుంది; ఎలెక్ట్రాన్‌లో ఋణవిద్యుత్తుఆవేశ ముంటుంది.

ఇంతవరకూ చెప్పిన తరువాత, ఇంక ముందుకు సాగలేం. ఏమంటే, విశ్వాంతర్గత మహారహస్యాలలో ఒకటి మనకు అడ్డువస్తుంది; అదే విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క విడని సమస్య. ఈ విద్యుచ్ఛక్తిలోని ధన, ఋణ ఆవేశాల ప్రాథమికతత్వ మేమిటో, ఇప్పట్లో, ఏ ఒక్కరూ విశద పరచలేరు. అయితే ఒకటి మాత్రం మనకు తెలుసు. ప్రాథమిక నిర్మాణ పరికరాలలో చేరే ఈ రెండిటివల్లనే పరమాణువును నిర్మించడం జరిగింది.

ఎలెక్ట్రాను సరళ రేఖలో పయనించడానికి ప్రయత్నిస్తుంది.



ఆకర్షణశక్తి ఎలెక్ట్రానును లోనికి లాగుకొంటుంది.

ప్రోటాను, ఎలెక్ట్రాను లనబడే ఈ రెండు చిన్న కణాల మధ్యమహత్తర ఆకర్షణ ఉంది. ఈ ఆకర్షణ ధన, ఋణవిద్యుదావేశాలలో నిరంతరం ఉండేదే. ప్రోటాను వైపుకు ఎలెక్ట్రానును లాగుకొనే ప్రయత్నానికి ఈ ఆకర్షణ పనికొస్తుంది. అయితే తద్భిన్నంగా సరితూగేటట్టు ఎలెక్ట్రాన్ నైజం పనికొస్తుంది. సరళరేఖలో సంచరించడం దాని స్వభావం. వేరే మాటలలో చెప్పాలంటే ఈ ఆకర్షణే లేకపోతే ప్రోటానువద్ద నుంచి ఎలెక్ట్రాన్ ఒక సరళరేఖలో ఎగిరిపోతుంది. అయితే ఈ స్వభావాన్ని వాటి రెండింటి మధ్యనున్న ఆకర్షణ అధిగమిస్తుంది. అందుచేత ఎలెక్ట్రాన్ ప్రోటాను చుట్టూ నిరంతరం పరిభ్రమిస్తూనే ఉంటుంది. ఇది, దారానికి కట్టి శిరస్సుచుట్టూ తిప్పే బంతి ఉపమానంలో ప్రస్ఫుటమైన వివిధ శక్తుల సమ్మేళనం వంటిది. దారం తెగిపోతే బంతి మీ శిరస్సువద్దనుంచి దూరంగా ఎగిరిపోతుంది. అయితే అది తెగిపోదు. మీ శిరస్సుకీ బంతి మధ్యనున్న ఆకర్షణలాగ అది పని చేస్తుంది. మీ శిరస్సుచుట్టూ వర్తులాకారపథంలో ఆ బంతి పయనించడానికి ఆ దారం పనికొస్తుంది.

ఈ ప్రకరణంలో రెండుముఖ్యమైన భావాలను మనం చర్చించాం: 1 ఈ ప్రపంచంలో ఉండే సమస్తమైన పదార్థాలూ పరమాణువు లనబడే అత్యల్పభాగాలతో కూడుకొన్నవి. (2 ప్రోటాను, ఎలెక్ట్రాను అనబడే రెండు విద్యుత్ కణాలవల్ల ఉదజని పరమాణువు తయారైంది.

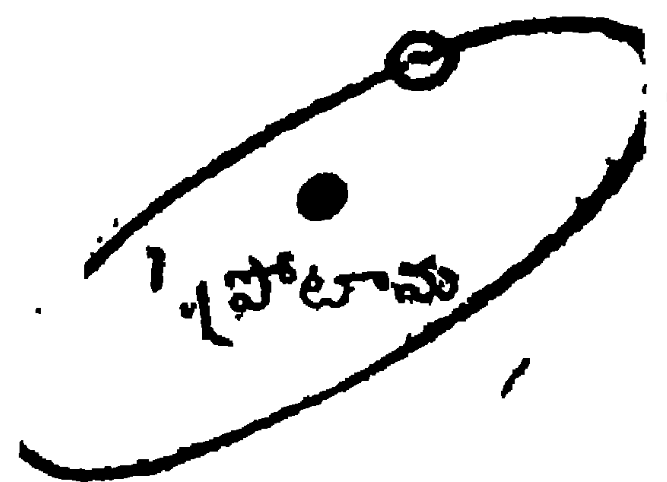


౩

మరీ క్లిష్టమైన పరమాణువులు

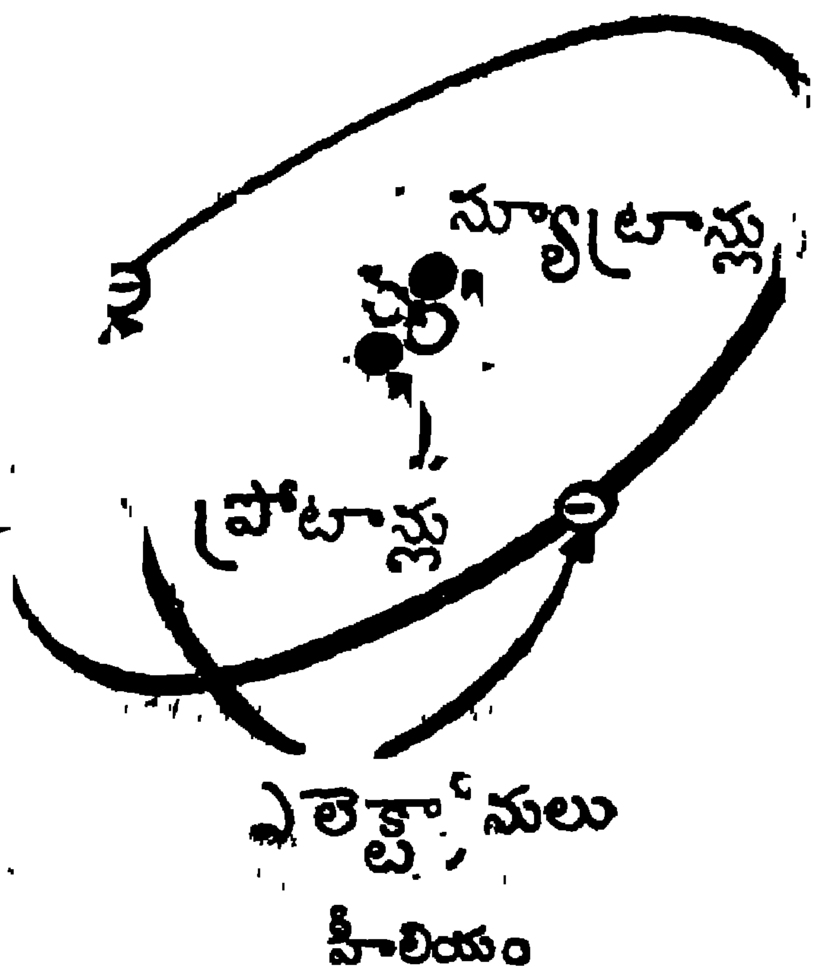
ఉదజని పరమాణువే అన్నింటిలోనూ చాలా తేలికైనదీ, క్లిష్టత లేనిదీని. ఇతర మూలద్రవ్యముల పరమాణువులు చాలా క్లిష్టమైనవి; మిక్కిలి బరువుగా కూడ ఉంటాయి. నిజానికి ఆ బరువులు అత్యంత అల్పంగా ఉంటాయి. డెబ్భయిఅయిదుకోట్ల బిలియను బిలియన్ల ఉదజని పరమాణువులుకలిస్తే ఒకే ఒక పౌను బరువుంటాయి.

నిరాడంబరమైన పరమాణువులనుంచి క్లిష్టమైన పరమాణువుల వద్దకు మనం వెళుతున్నప్పుడు ఉదజనిపైన ఉండేది హీలియం. ఉదజని లాగే హీలియం కూడా వాయువే. ఇది ఉదజనికన్నా బరువైనది; ఎందుచేతనంటే ఉదజనిలోని పరమాణువులకన్నా ఇందులోని పరమాణువులలో ఎక్కువ కణాలుంటాయి. ఉదజని తరవాత హీలియమొక్కటే ప్రపంచంలోని పదార్థా లన్నింటిలోనూ తేలికైన వస్తువు.



ఉదజని సులభమైన పరమాణువు పరమాణు భారం-1

హీలియం పరమాణువుయొక్క కేంద్రకంలో రెండు ప్రోటానులుంటాయి. రెండు ఎలెక్ట్రానులు వీటిచుట్టూ తిరుగుతూ ఉంటాయి. అయితే హీలియం కేంద్రకంలో రెండు ప్రోటానులే కాక మరో రెండు కణాలుకూడా ఉంటాయి. ఈ ఇతర కణాలకు ప్రోటానులంత ద్రవ్యరాశి లేక బరువే ఉన్నా, వాటికి విద్యుత్ ఆవేశములేదు. విద్యుత్ విషయంలో ఇవి తటస్థంగా ఉంటాయి కనుక వీటికి ఆ అర్థమొచ్చే న్యూట్రానులనే పేరు పెట్టారు. పరమాణువులో న్యూట్రానుల అవసరం చాలా ముఖ్యమైనది. ప్రోటానులొకదానివద్దనుంచి ఇంకొకటి ఎగిరిపోదామనుకొనే సహజ స్వభావాన్ని అధిగమించడానికి అవి పనికొస్తాయి.



హీలియం

రెండు విభిన్న విద్యుత్ ఆవేశాల మధ్య ఆకర్షణ ఎలా ఉంటుందో అలాగే రెండు సమాన విద్యుత్ ఆవేశాల మధ్య మహత్తరమైన విముఖతాశక్తి కూడా ఉంటుంది. న్యూట్రానులే కనుక పట్టి నిలబెట్టకపోతే, రెండు ఎలెక్ట్రానులను మరీ దగ్గరికి తీసుకొస్తే అవికూడా దూరంగా ఎగిరి పోతాయి. హీలియం పరమాణువులో ఉన్న రెండు ప్రోటానులను అదిమి ఉంచడానికి కావలసిన అనుబంధశక్తిని, లేక పరమాణువుల జిగురును న్యూట్రానులు సప్లయి చేస్తాయి.

ప్రోటాను ఎంత బరువో న్యూట్రానుకూడా రమారమి అంత బరువే ఉంటుంది. అందుచేత రెండు ప్రోటానులూ, రెండు న్యూట్రానులూ ఉన్న హీలియం పరమాణువు ఉదజనిపరమాణువుకన్నా నాలుగు రెట్లు బరువుగా ఉంటుంది. ఈ కారణంచేతనే హీలియంయొక్క పరమాణుభారము 4 అని చెప్తారు. ఈ పరిగణనలో ఎలెక్ట్రానుల భారాన్ని లెక్కలోకి తీసుకోరు. ఏమంటే, పద్దెనిమిదివందలా నలభై ఎలెక్ట్రానులను తీసుకొంటేనేగాని ఒక ప్రోటాను బరువుకిగాని, ఒక న్యూట్రాను బరువుకిగాని సరిపోవు.

ఒక పరమాణువుయొక్క కేంద్రకంలో రెండు ప్రోటానులకు బదులు మూడు ప్రోటానులుంటే సర్వసాధారణంగా ఆ కేంద్రకంలో నాలుగు న్యూట్రానులను మనం గమనిస్తాం. ఈ సమ్మేళనం మనకు వాయుపదార్థానికి బదులు ఘనపదార్థాన్ని-'లిథియం' అనే లోహాన్ని - ఇస్తుంది. లిథియం కేంద్రకంచుట్టూ మూడుఎలెక్ట్రానులు తిరుగుతూ ఉంటాయి. మూడు ప్రోటానులూ, నాలుగు న్యూట్రానులూ ఉన్న లిథియం పరమాణువుయొక్క పరమాణుభారం 7 అవుతుంది.

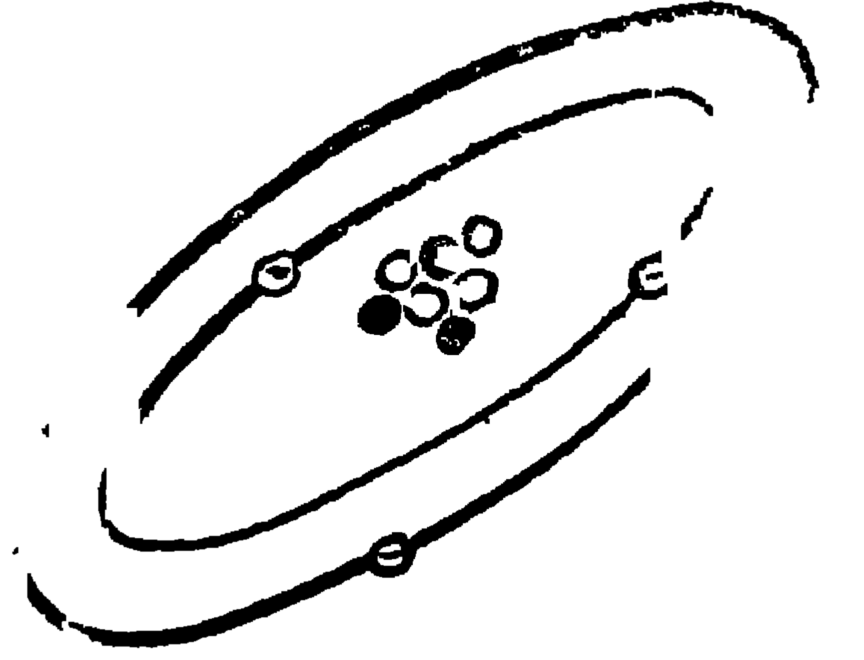
⊖ ఎలెక్ట్రాన్ నెగెటివ్ ప్రోటానుకన్నా 1/1840 రెట్ల బరువు

⊕ ప్రోటాను-పాజిటివ్

○ న్యూట్రాను-విద్యుత్ రూపంలో తటస్థం

తరువాత వచ్చే మూలద్రవ్యములు బెరిలియం (4 ప్రోటానులు, 5 న్యూట్రానులు; పరమాణుభారం 9); బోరన్ (5 ప్రోటానులు, 5 న్యూట్రానులు; పరమాణుభారం 10); కార్బన్ (ఆరు ఆరు; పరమాణుభారం 12); నత్రజని (చెరిఒక ఏడు; పరమాణుభారం 14),

ఆమ్లజని ఎనిమిది, ఎనిమిది; పరమాణుభారం 16 మొదలైనవి. సాధారణంగా కేంద్రకంలో ఎన్ని ప్రోటానులుంటాయో అన్ని ఎలెక్ట్రానులే దానిచుట్టూ పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి.

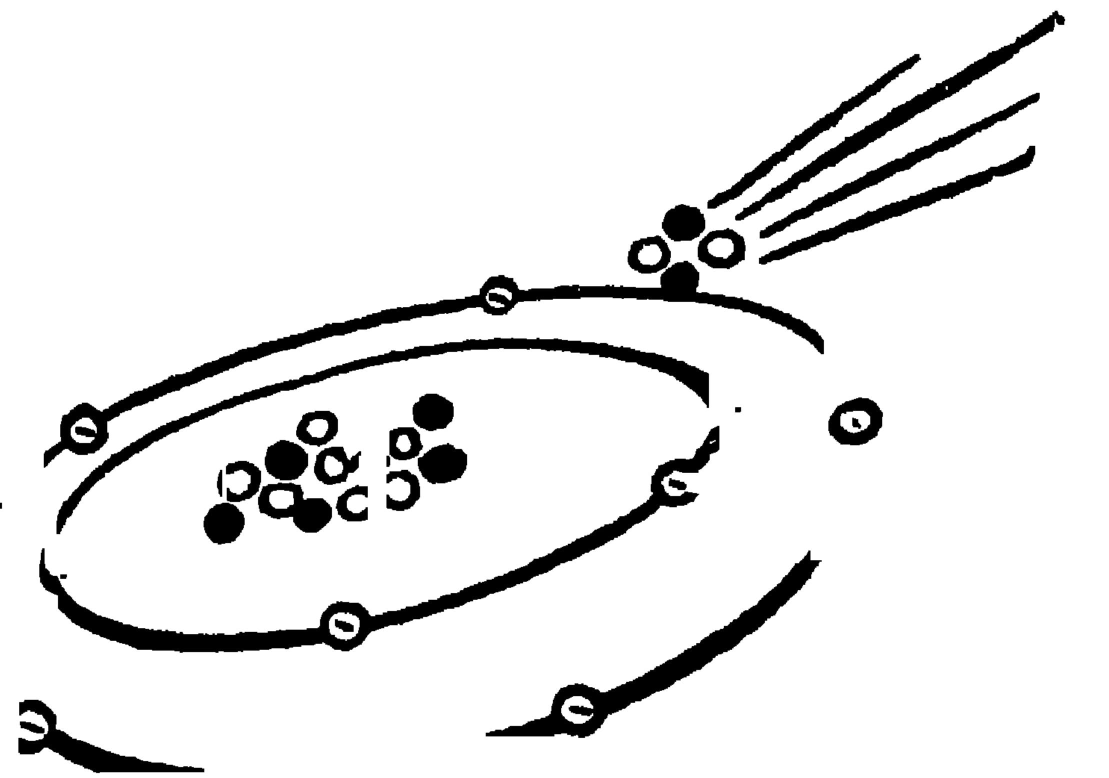


లిథియం

ఈ శాస్త్రీయ సత్యాలవల్ల ఒక విషయం ప్రస్ఫుటంగా తెలుస్తుంది. ఒక పరమాణువులోని ప్రోటానులూ న్యూట్రానుల సంఖ్యని మారిస్తే ఆ పరమాణువుని ఒక మూలద్రవ్యంనుండి యింకొక మూలద్రవ్యంలోనికి మార్చడమే అవుతుంది. భావికాలపు మహత్తరమేధావి ఎవరో ప్రోటానులూ, న్యూట్రానులూ, ఎలెక్ట్రానులూ తీసుకొని తనచిత్తమొచ్చిన పాళ్ళలో కలిపి ఇనుమునుగాని, ఆమ్లజనినిగాని, బంగారాన్ని గాని, ఇంకేదైనా మూలద్రవ్యాన్నిగాని తయారు చేసుకొనే దృశ్యాన్ని మనమిప్పుడే వీక్షించగలం.

మనమింకా అంతవరకూ పురోగమించలేదు. ప్రోటానుల 'గుళ్ళ'తోగాని, న్యూట్రానుల 'గుళ్ళ'తోగాని దాడిచేసి ఒక మూలద్రవ్యాన్ని యింకొక మూలద్రవ్యంలోనికి మార్చడం సాధించాం. కొన్ని ప్రత్యేకమైన పరిస్థితులలో ఈ దాడివలన ఇంతవరకూ ప్రకృతిలో ఎవరూ పోల్చుకొనని కొత్తరకం మూలద్రవ్యాలను ఉత్పత్తి చేయవచ్చు. మన శాస్త్రజ్ఞులు రూపొందించిన అద్భుత పరికరాలవల్ల ఈ ఆశ్చర్యకరమైన విజయాలు సాధ్యమైనవి. అటువంటి పరికరమొకటి ఏదో ఒక మూలద్రవ్యంయొక్క కొంత పరిమాణం లోనికి ప్రోటాను గుళ్ళ వడగళ్ళనుగాని, న్యూట్రానుగుళ్ళ పరంపరనుగాని తరచుగా ప్రోటాను, న్యూట్రానుల సమ్మేళనపు గుళ్ళను పంపిస్తుంది. మూలద్రవ్యంయొక్క పరమాణు కేంద్రకాన్ని ఈ గుళ్ళు ఢీకొట్టినప్పుడు అవి తరచుగా ఆ మూలద్రవ్యాన్ని యింకో భిన్నమైన మూలద్రవ్యంగా మార్చివేస్తాయి.

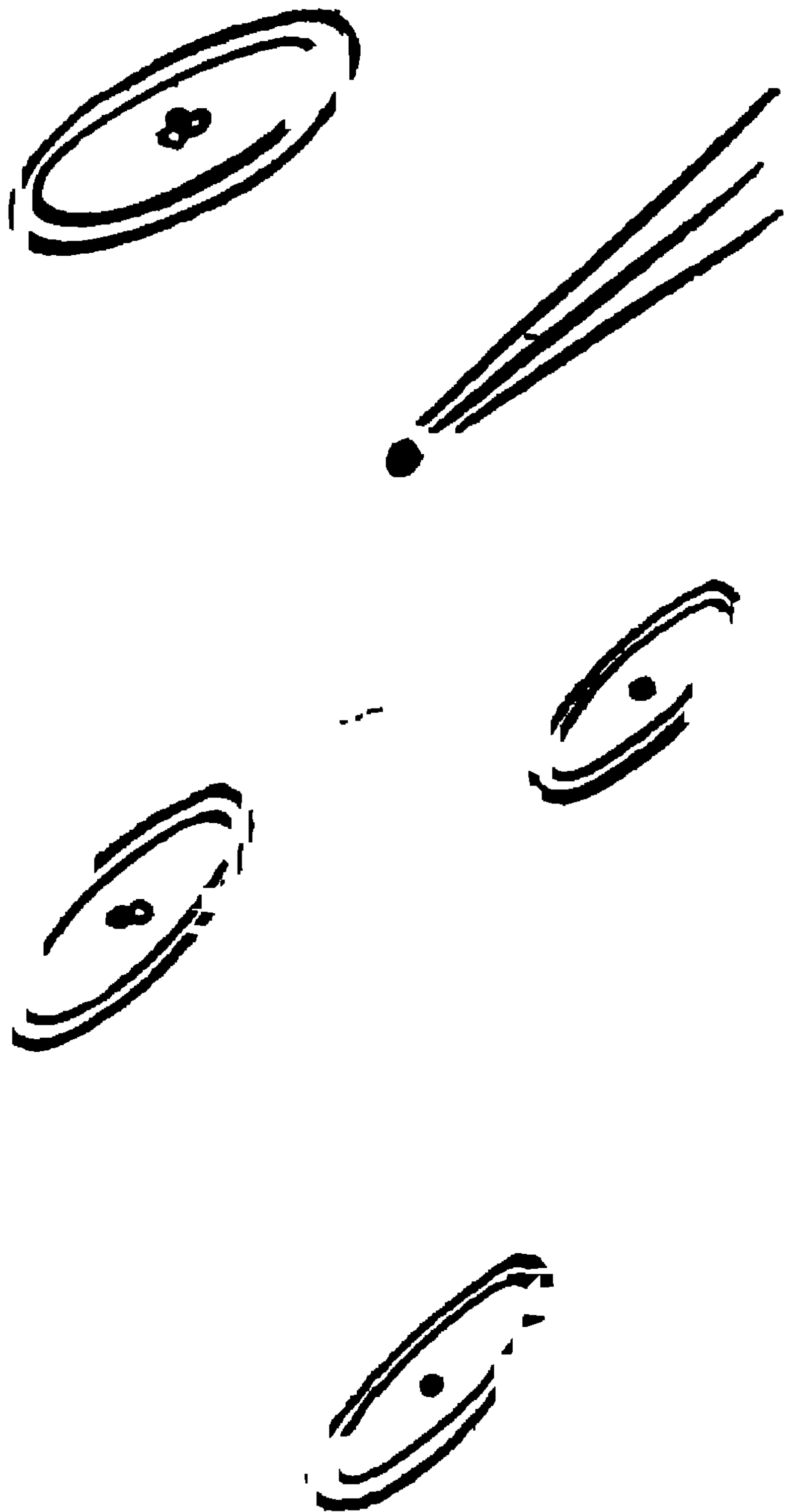
ప్రోటాను, న్యూట్రాను 'గుళ్లు' బయటినించి కేంద్రకాన్ని దాడి చేస్తాయి.



ఈ విధంగా నత్రజనిని ఆమ్లజనిగా మార్చవచ్చు. ఏమంటే, ఈ దాడి ఏడు ప్రోటానులున్న నత్రజని పర

మాణువు ఇంకో ప్రోటానును సంపాదించుకునేటట్టు చేస్తుంది. ఎనిమిది ప్రోటాను లుండి అది ఆ విధంగా ఆమ్లజనికింద మారుతుంది. ఒక మూలద్రవ్యం నుంచి ఇంకో మూలద్రవ్యంలోనికి జరిగే ఈ మార్పుని 'ట్రాన్స్‌మ్యుటేషన్' అంటారు. ఇది చెప్పడానికి ఎంతో సులువుగా ఉంటుందిగాని, నిజానికి మూలద్రవ్య మార్పులు మహత్తర ప్రయాసతో, ఎంతో కష్టంతో సాధించడానికి వీలవుతుంది.

పరమాణువులమధ్య అవకాశం అధికంగా ఉన్నందువల్లనూ, కేంద్రకాలు అత్యల్పంగా ఉన్నందువల్లనూ వానిని 'కాల్చడం' మహాకఠినం.



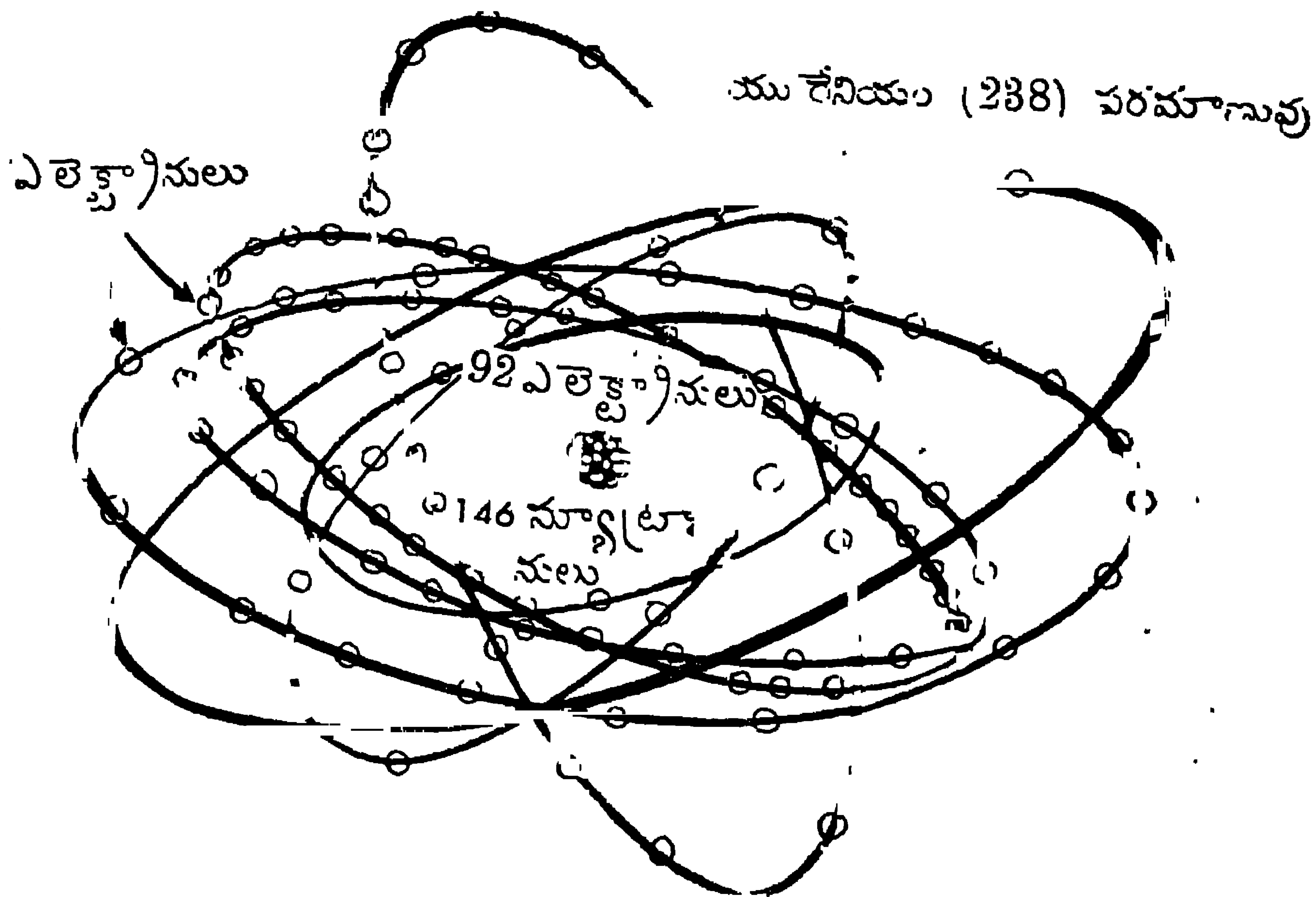
పరమాణువుల కేంద్రకంయొక్క అత్యల్పత్వంలోనూ, అవకాశం అనగా స్పేసు లో ఆవరించిన పరమాణువుల సంఖ్య మరీ తక్కువ కావడంలోనూ కష్టకారణాలు ఇమిడి ఉన్నాయి. ఒక పరమాణు కేంద్రకాన్ని ప్రోటాను-న్యూట్రాను గుండుతో కొట్టడానికి ప్రయత్నించడం ఎలా ఉంటుందంటే గాలిలో ఉండే ఒక ధూళికణాన్ని తుపాకి గుండుతో గురిపెట్టకుండా కొట్టినట్టే; అందులో ఒక ఘనపు మైలులో చాలా తక్కువ ధూళికణాలున్నప్పుడు. తరువాతి ప్రకరణాలలో ఈ విషయాలు మనం తెలుసుకుంటాం.

మన ఆమ్లజని పరమాణువు వద్దకి మనం మళ్ళీ తిరిగివద్దాం. మరికొన్ని ప్రోటానులూ, మరికొన్ని న్యూట్రానులూ దాని కేంద్రకానికి కలపండి. ఆ కేంద్రకంచుట్టూ పరిభ్రమించడానికి అదనపు ఎలెక్ట్రానులను పంపించండి. ఆమ్లజని పరమాణువు ఫ్లోరైన్‌గా, నియోన్‌గా, లేకపరమాణువుల పట్టికలో పైపైన ఉన్న వాటిగా మారుతున్నకొద్దీ పరమాణువు సంక్లిష్టంగా రూపొందడం మనం గమనిస్తాం. కట్టకడపట 92 ప్రోటానులూ, 146 న్యూట్రానులూ సంకీర్ణమై ఒకే ఒక కేంద్రకంగా ఏర్పడేటట్టు చేసి దాని పరమాణుభారం 238 అవడానికి చాలినన్ని ప్రోటానులూ న్యూట్రానులూ కలిపి ఉంటాం. దగ్గర దగ్గరగా పేర్చిన సంక్లిష్టకేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమించే 92 ఎలెక్ట్రాను లున్న ఈ పరమాణువు యురేనియమ్‌యొక్క మూలద్రవ్యం. ఇది సహజ పరమాణువు లన్నింటిలో సంకీర్ణమైనదిగా కనబడుతుంది.

దీనికన్నా సంక్లిష్టమైన పరమాణువులను సృజించి మానవుడు ప్రకృతికే మెరుగులు దిద్దాడు. యురేనియమ్ పరమాణువులపై, దానికన్నా బరువైన మూలద్రవ్యాలపై పరమాణువుల గుళ్ళతో దాడిచేసి,

అప్పటికే దట్టంగాఉన్న వాటి కేంద్రకాలలో మరికొన్ని న్యూట్రానులనీ, ప్రోటానులనీ శాస్త్రజ్ఞులు నింపారు. ఆవిధంగా వాళ్ళు 'మానవనిర్మిత' మూలద్రవ్యాల నూతన పరంపరని సృజించారు. ఈ కొత్త మూల ద్రవ్యాల పేర్లనీ, వాటి పరమాణు కేంద్రకాలలో ఉండే ప్రోటానుల సంఖ్యనీ కుడిచేతివైపు పొందుపరుస్తున్నాం. ఈ కృత్రిమ మూల ద్రవ్యాల పరమాణువులు సాధారణంగా అస్థిరంగా ఉంటాయి; అదనపు ప్రోటానులను తొందరగా బయటకు తోసివేస్తాయి. లేక ఒకదానినుండి ఒకటి విడిగా ఎగిరిపోతాయి. కొన్ని రకాల పరమాణువులలోని 'విడిగా ఎగిరిపోయే' తత్వాన్ని పరమాణుశక్తిని ఉత్పత్తి చేయడానికి వినియోగించారు. ఈ సంగతి ముందు ప్రకరణంలో వివరిస్తాం.

నెప్ట్యూనియం	93
ప్లూటోనియం	94
అమెరిషియం	95
క్యూరియం	96
రుథేనియం	97
కెల్లిషియం	98
ఐన్‌స్టైనియం	99
ఫెర్మియం	100
మెండలివియం	101



కేంద్రకం చుట్టూ ఏడు వలయాలతో 92 ఎలెక్ట్రానులు పరిభ్రమిస్తున్నాయి.



అగ్ని : తదితర రసాయనిక ప్రతిక్రియలు



పరమాణు శక్తి గాథను కొనసాగించడానికి ముందు, పలు యుగాలనుంచీ మనతో ఉంటున్న మరొక శక్తిస్వరూపాన్ని గురించి చర్చిద్దాం. ఇది అగ్ని ఉత్పత్తిచేసే శక్తి. మన పూర్వీకులలో ఏ ప్రాచీన ఆటవికుడు అగ్నిని ఉపయోగించుకొనడం మొదలుపెట్టాడో ఎవరికీ తెలియదు. బహుశా అతడి విజ్ఞానం ఇంకొకరిద్వారా సంక్రమించినది కావచ్చు. గాలివాన కురుస్తున్నప్పుడు, ఎండిపోయిన చెట్టుమీద పిడుగు పడితే, ఆ చెట్టు కాలిపోవడంచూసి, అతడు, బహుశా అగ్నిని ఆకాశం నుండి ఎరువు తెచ్చుకున్నాడు కాబోలు. సాహసోపేతుడైన ఈ ఆటవికుడు అటువంటి అపూర్వదృశ్యాన్ని చూసి తనకు సహజమైన భయవిభ్రమాలను అధిగమించి అగ్నిని సమీపించి, దాని వెచ్చదనం సంతృప్తికరంగా ఉందనీ గ్రహించాడు. అడవి మృగాలకు అగ్నిని చూస్తే తనకన్నా ఎక్కువ భయమనీ, అవి దానికి చాలా దూరంగా ఉంటాయనీకూడా అతడు తెలుసుకున్నాడు. అలాగ, కాలక్రమేణా అగ్ని సౌకర్య సాధనమేకాక, సంరక్షణసాధనం కూడా అయింది.

తరువాత, ఎవరో ప్రాచీన మానవుడు రెండు పొడిగా ఉండే కట్టెలను ఒకదానితో ఒకటి రుద్దడంవల్లగాని, చెకుముకి రాళ్ళతో రవ్వలను కొట్టడంవల్లగాని అగ్నిని ఉత్పత్తిచేయడం నేర్చుకొని ఉంటాడు. మానవుడు ఆహారాన్ని వండడం మొదలెట్టాడు. చివరకు అగ్నిమూలంగా ఇనుము మొదలైన లోహాలను ఎలా విశుద్ధపరచ

డమో, వాటిని ఆయుధాల ఆకారంలోనూ, ఆభరణాల రూపంలోనూ ఎలా తయారుచేసుకోవడమో కనిపెట్టాడు. ఈనాటి ఆధునిక పారిశ్రామిక విధానానికి ఆనాడే అపరిష్కృతమైన పునాదులు వేశాడు.

ఈ అభ్యుదయ సోపానాలు అతికొద్ది కాలంలోనే పడ్డాయని భావించకూడదు. ఇన్ని విభిన్నవిధానాలలో అగ్నిని తన అవసరాలకి అనుగుణ్యంగా వినియోగించుకోందుకి మానవుడికి ఎన్నెన్నో శ్రాంతరాహిత్య శతాబ్దాలు పట్టింది. ఎట్టకేలకు మానవుడు అగ్నియొక్క అనేకమైన ఉపయోగాలను నేర్చుకున్నాడు. ఈ జ్ఞానమే, ఇవాళ మనం ఏ పురోభివృద్ధి చెందిన నాగరికతలో నివసిస్తున్నామో దానిని సృజించడానికి మానవుడికి దోహదమైంది. రెండవ ప్రకరణంలో పేర్కొన్నట్టు అగ్నిని ఉత్పత్తిచేసి ఉపయోగించుకునే చాకచక్యంపైననే మన నాగరికత ఆధారపడివుంది.



రసాయనిక ప్రతిక్రియలు

అగ్ని ఒక రసాయనిక ప్రతిక్రియ, లేక విభిన్నరసాయనిక పదార్థాల మధ్య సంభవిస్తున్న క్రియ. రసాయనిక పదార్థాలంటే పెద్ద షాపుల్లో కనిపించే ద్రావకాలూ, చూర్ణాలూ అని చాలా మంది భావిస్తారు. కాని, మన ప్రపంచంలో ఉండే అన్నీ రసాయనిక పదార్థాలే అని మన మనుకోవాలి. కట్టెలూ, అద్దాలూ, తివాసిలూ, నీళ్ళూ—ఆ మాటకొస్తే, మన శరీరంలో ఉండే ఎముకలూ, నెత్తురూ, కండరాలూ మొదలైనవాటిని తయారుచేయడానికిగాను వివిధరూపాలలో సమీకరించిన మూలద్రవ్యాలనుండి రసాయనిక పదార్థాలు ఉత్పన్నమవుతాయి.

విభిన్న మూలద్రవ్యాల పరమాణువులు ఏకమైనప్పుడుగాని, రసాయనిక ప్రతిక్రియను చెందినప్పుడుగాని, అవి 'మోలెక్యూల్' అనే అణువులను రూపొందిస్తాయి. వాయురూపంలో ఉన్న ఒక క్లోరిన్ పరమాణువూ, లోహరూపంలో ఉన్న సోడియం పరమాణువూ కలియగలవు. అలా కలిశాక అవి సోడియం క్లోరైడ్ అణువుని రూపొందిస్తాయి. సోడియం క్లోరైడ్ అంటే మనం ఇళ్ళలో వాడుకునే ఉప్పు. వివిధ సహజ మూలద్రవ్యముల పరమాణువుల సమ్మేళనంవల్ల ఏర్పడే అణువులతోనే, ప్రపంచంలో మనం చూసే ప్రతిఒక్కటీ తయారయిం

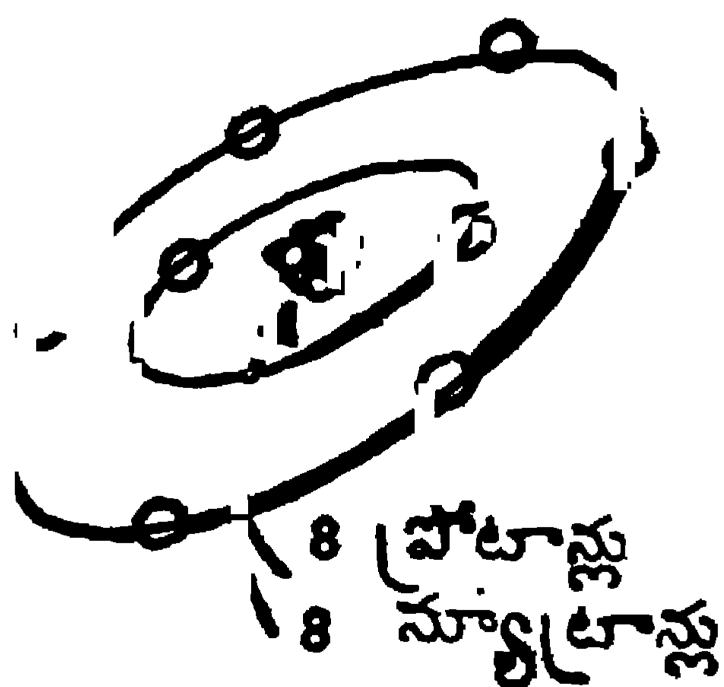
హైడ్రజన్
నైట్రజన్
ఆక్సిజన్
క్లోరైన్
కార్బన్
సోడియం
మగ్నీషియం
అల్యూమినం
సిలికన్, ఫాస్ఫరస్
సల్ఫర్
పొటాషియం
కాల్షియం
ఐరన్

ప్రపంచంలో తొంభై రెండు సహజ మూలద్రవ్యాలున్నాయి. అయితే అందులో సుమారు పధ్నాలుగు మూల ద్రవ్యాలతోనే లోకంలో ఉండే పదార్థాలలోని అత్యధికభాగం తయారవుతాయి. ఈ పధ్నాలుగూ ఏమిటంటే: 1 ఉదజని హైడ్రజన్), 2 నత్రజని నైట్రజన్, 3 ఆమ్లజని ఆక్సిజన్, 4 క్లోరైను అనే వాయుపదార్థాలూ, 5 కార్బన్, 6 సోడియం, 7 మగ్నీషియం, 8 అల్యూమినం, 9 సిలికన్, 10 ఫాస్ఫరస్ భాస్వరం, 11 సల్ఫర్ గంధకం, 12 పొటాషియం, 13 కాల్షియం, 14 ఇనుము ఐరన్) అనే ఘనపదార్థాలూ.

అగ్ని

ఆమ్లజని వాయువులోని పరమాణువులు ఉదజని, కర్బనం వంటి కొన్ని ఇతరమూలద్రవ్యాల పరమాణువులతో సంయోగం చెందినప్పుడు ఏర్పడే రసాయనిక ప్రతిక్రియనే అగ్ని అంటాం. ఆమ్లజని పరమాణువుని పరిశీలించిన తరువాత ఈ ప్రతిక్రియను మనం సులభంగా బోధపరచుకోనగలం.

ఆమ్లజని పరమాణువులోని కేంద్రకంలో ఎనిమిది ప్రోటానులూ, ఎనిమిది న్యూట్రానులూ ఉంటాయి; ఈ కేంద్రకంచుట్టూ ఎనిమిది ఎలెక్ట్రానులు పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఈ ఎలెక్ట్రానులు కేంద్రకం చుట్టూ రెండు మార్గాలలో, వర్తుల పథాలలో తిరుగుతూ వుంటాయి. ఒకటి రెండోదానికన్నా కొంచెం చిన్నదిగా ఉంటుంది. లోపల ఉన్న వర్తులపథంలో రెండు ఎలెక్ట్రానులు మాత్రమే ఉంటాయి. మిగతా ఆరు ఎలెక్ట్రానులనూ వెలుపల ఉన్న వర్తులపథం వహిస్తుంది. ఈ వెలుపల ఉన్న వర్తులపథమే ఎనిమిదింటినీ వహించగలదు. వాస్తవానికి మరో రెండు ఎలెక్ట్రానులు అందుబాటులో ఉంటే, ఆమ్లజని పరమాణువు తన వెలుపలి వర్తులపథంలో ఆ రెండు అదనపు ఎలెక్ట్రానులనూ నిజంగా నింపగలదు.



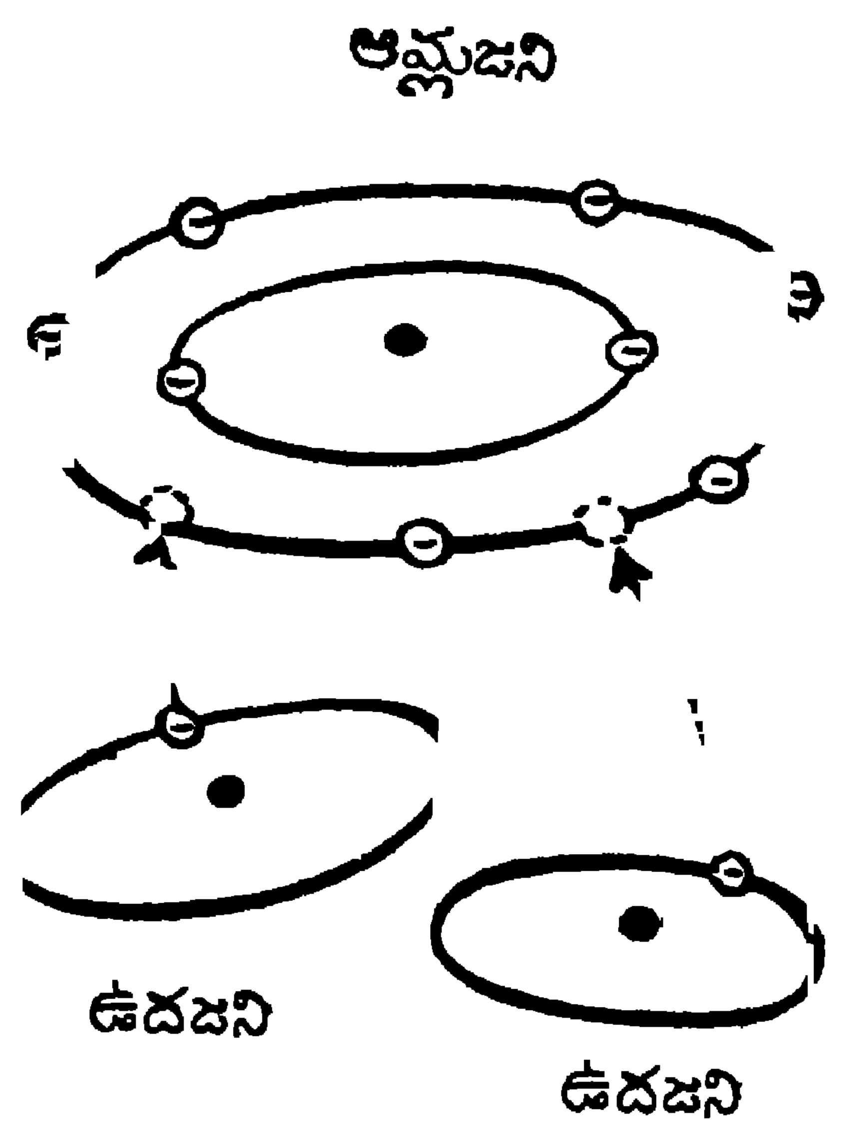
ఆమ్లజని అణుభారం-16

ఉదజని ఆమ్లజని వాయువులను సమ్మిళితంచేసి జ్వలింపజేస్తే అగ్ని సంభవిస్తుంది. ఆమ్లజని పరమాణువులూ, ఉదజని పరమాణువులూ పరస్పరం కలుసుకొన్నప్పుడు ఉదజని పరమాణువులలో ఉన్న ఎలెక్ట్రానులను ఆమ్లజని పరమాణువులు తీసుకోనడానికి ప్రయత్నిస్తాయి. కాని సాధారణ ఉష్ణోగ్రతలో ప్రతి

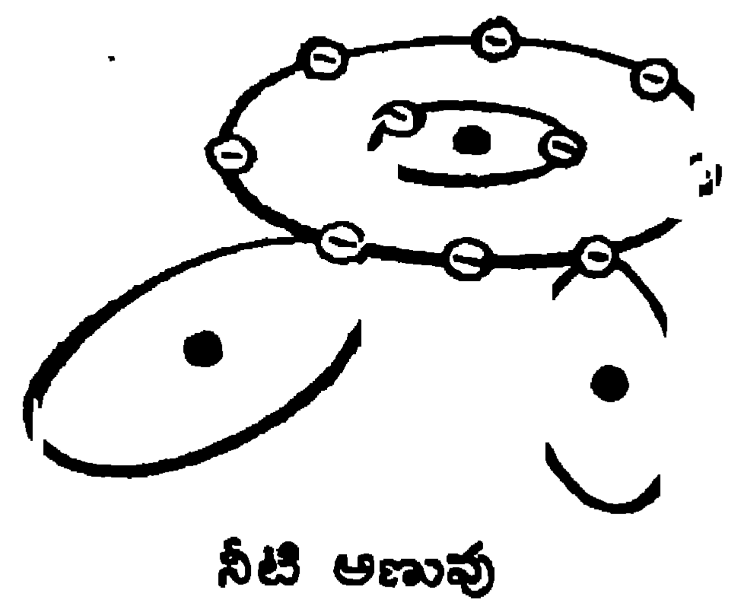
ఒక్క ఉదజని కేంద్రకం దానిలో ఒకేఒక ప్రోటాను ఉంటుంది తన ఎలెక్ట్రానును అదిమిపట్టుకోనడంలో కృతకృత్యురా లవుతుంది.

అయితే, రెండు వాయువుల సమ్మేళనాన్ని, ఉదాహరణకి, నిప్పు రవ్వతోనో, వెలిగించిన అగ్గిపుల్లతోనో వేడిచేస్తే, ఉదజని పరమాణువులు వాటి ఎలెక్ట్రానులను విసర్జించడానికి వీలుగా ఏదో సంభవిస్తుంది.

ఆ వేడిమి, వాస్తవానికి, ఎలెక్ట్రానులకు విద్యుత్ రూపంలో 'కాలుకాలినతనం' ఇస్తుంది; అందుచేత అవి తమ వర్తుల పథాలలో ఇనుమిక్కిలి వేగంతో తిరగడం మొదలెడతాయి. తమ కేంద్రకాన్ని విడిచిపెట్టి ఎగిరిపోవడానికి వీలైనంత వేగంతో అవి పరిభ్రమించి, ఉదజని కేంద్రకాన్ని వదిలిపోతాయి. దారంకొనకి ఒక బంతిని కట్టి దాన్ని మీ శిరస్సు చుట్టూ మరీ ఎక్కువ వేగంతో తిప్పితే ఇలాగే జరుగుతుంది. దారం తెగిపోయి, బంతి దూరంగా ఎగిరిపడుతుంది.

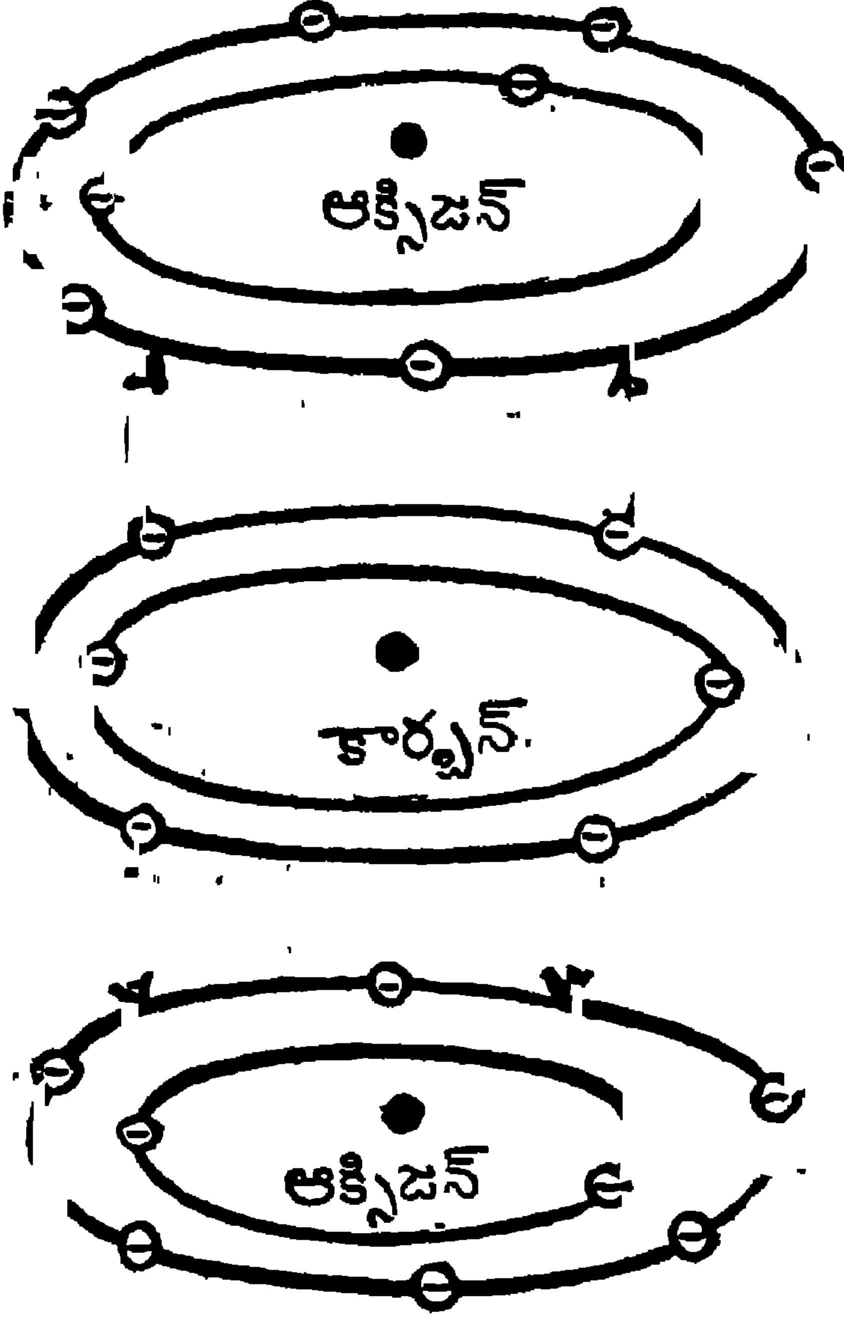


ఉదజని కేంద్రకంనుండి ఎలెక్ట్రానులు ఎగిరిపోయాక ఆమ్లజని పరమాణువులు వాటిని ఆకర్షిస్తాయి. ఇటువంటి ఎలెక్ట్రానులలో రెండింటిని ప్రతిఒక ఆమ్లజని పరమాణువూ వెంటనే సంగ్రహిస్తుంది. ఇది ఆమ్లజని పరమాణువులోని వెలుపలి వర్తులపథాన్ని ఎనిమిది ఎలెక్ట్రానులతో నింపుతుంది. ఈ క్రియ ఆమ్లజని పరమాణువుకి రెండు సంఖ్య గల ఋణవిద్యుత్ ఆవేశాన్ని ఇస్తుంది (ఒక్కొక్క ఎలెక్ట్రాను కొకసంఖ్య చొప్పున). ఎలెక్ట్రానులను పోగొట్టుకొన్న ప్రతిఉదజని పరమాణువు ఒకటి సంఖ్య గల ధన విద్యుత్ ఆవేశముంటుంది. పర్యవసానంగా, ఆమ్లజని, ఉదజని పరమాణువుల మధ్యనుండే విద్యుత్ ఆకర్షణ ప్రతిఆమ్లజని పరమాణువూ రెండు ఉదజని పరమాణువులను సమ్మిళితం చెందడానికి తీసుకొనేటట్టు చేస్తుంది. దీనివలన ఒక అణువు తయారవుతుంది. ఆవిధంగా రెండు ఉదజని పరమాణువులతోనూ, ఒక ఆమ్లజని పరమాణువుతోనూ తయారైన అణువుకి H_2O అనే రసాయనిక గుర్తు ఉంటుంది. అదే మన సర్వ సాధారణమైన నీరు. ఈవిధంగా, ఉదజని ఆమ్లజని అనే రెండు వాయువుల దహనంవల్ల నీరు ఏర్పడుతుంది. నిప్పులోంచి నీళ్ళు పుట్టడం కొంత వింతగానే కనబడవచ్చు. అయితే ఉదజని పాల్గొనడంవల్ల సంభవించే ఏ నిప్పులోనైనా నీరే ఉమ్మడిగా ఉత్పన్నమయ్యే ఉపఫలమని మనం గమనిస్తాం.


నీటి అణువు

అగ్నికి ఇంకో ఉదాహరణ

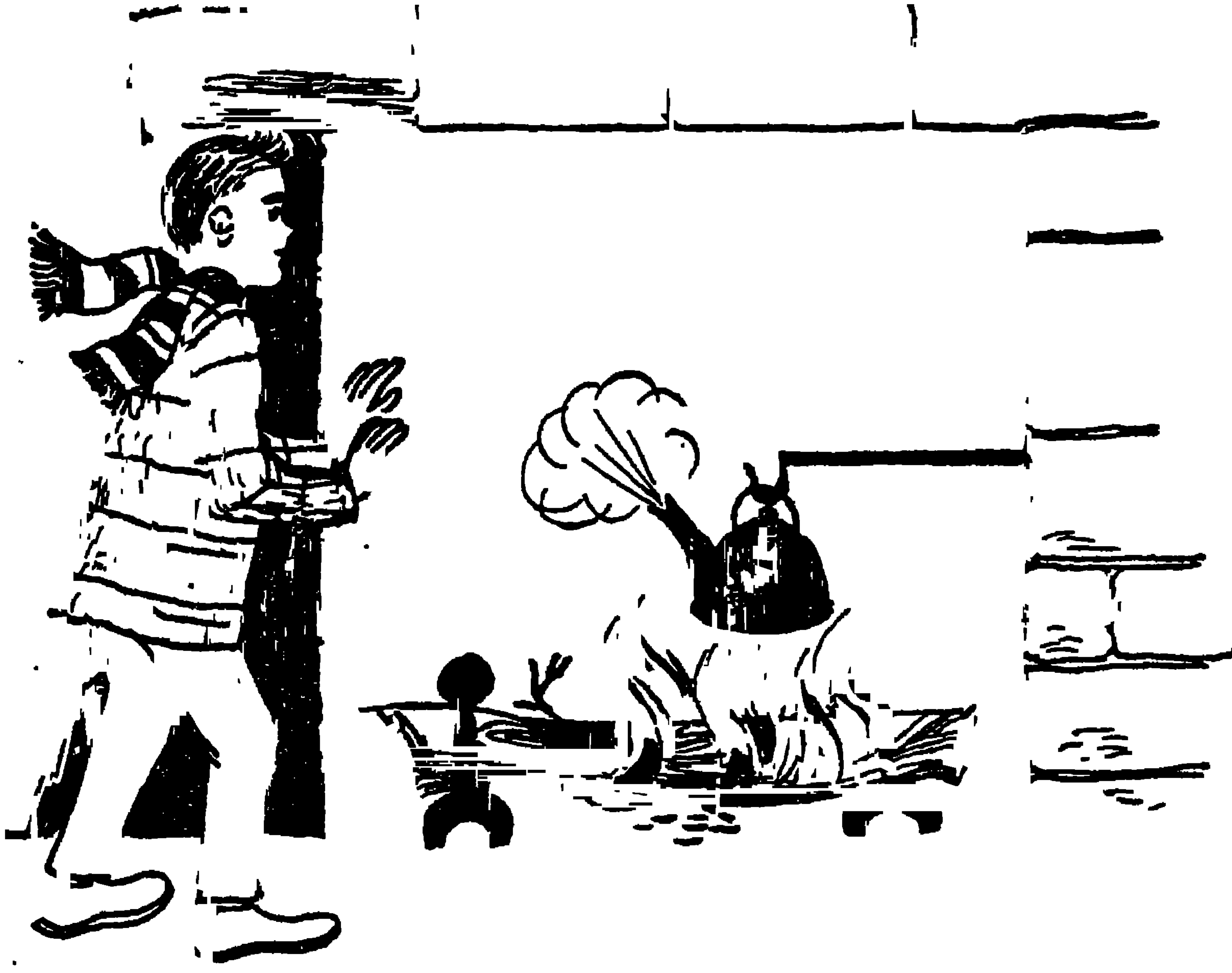
అగ్ని అని వ్యవహరించబడే రసాయనిక ప్రతిక్రియలో ఇంకొక ఉదాహరణ తీసుకుందాం. సర్వ సాధారణంగా మనకి తెలిసిన అగ్ని కార్బనంతో ఆమ్లజని సమ్మేళన మొందితే ఏర్పడ్డ పర్యవసానమే. గాలిలో అయిదవవంతు ఆమ్లజని. బొగ్గు, కఱ్ఱలు, పెట్రోలు, నూనె మొదలైన ఇంధనాలలో కర్బనం ఎక్కువ పాళ్ళలో ఉంటుంది.



ఆమ్లజని, కార్బన్లమధ్య రసాయనిక ప్రతిక్రియ జరిగినప్పుడు అణువులమధ్య ఎలెక్ట్రానుల మార్పిడి జరుగుతుంది. కేంద్రకం చెక్కు చెదరదు.

కేంద్రకంలో ఆరు ప్రోటానులూ, ఆరు న్యూట్రానులూ ఉన్న కర్బనంలో ఆరు ఎలెక్ట్రానులుంటాయి. ఈ ఎలెక్ట్రానులలో రెండు లోపలఉన్న పరిధిలో, నాలుగు వెలుపలి పరిధిలో తిరుగుతూఉంటాయి. మన మొక కఱ్ఱముక్కని 'మంట పెట్టి'నప్పుడు కర్బనం పరమాణువులో ఉన్న ఎలెక్ట్రానులు ఉధృతమైన వేగంతో తిరిగేటట్టుచేస్తాం. అందుచేత అవి వాటి వర్తులపథాలలోంచి ఎగిరి పోవడం మొదలెడతాయి. ప్రతి కార్బను పరమాణువూ తన వెలుపలి పరిధిలో ఉన్న నాలుగు ఎలెక్ట్రానులను పోగొట్టుకొంటుంది; అందుచేత దాని ధనవిద్యుత్ ఆవేశం 4 సంఖ్యలో కడకు మిగులుతుంది. చుట్టుప్రక్కల ఉన్న ఆమ్లజని వెనువెంటనే ఈ ఎలెక్ట్రానులను లాక్కొంటుంది; ఒక్కొక్క ఆమ్లజని పరమాణువూ రెండేసి ఎలెక్ట్రానులను ఆర్జిస్తుంది. కాబట్టి, ఒక కార్బను పరమాణువు పోగొట్టుకొనే నాలుగు ఎలెక్ట్రానులను విలీనం చేసుకోవడానికి రెండు ఆమ్లజనిపరమాణువులు అవసరం,ఇది మీరు గుర్తించే ఉంటారు. ఒక కర్బనం పరమాణువు రెండు ఆమ్లజని పరమాణువులలో సమ్మేళనం చెందడంవల్ల ఒక కార్బన్‌డయాక్సైడ్ అణువు తయారవుతుంది. దీనిని CO_2 అంటారు.

మీ శరీరంలో ఒక విధమైన అగ్ని నిరంతరం జ్వలిస్తూ ఉంటుందన్న సంగతి తెలుసుకోవడం మీకు సరదాగానే ఉంటుం దనుకుంటాం. మీరు భుజించే ఆహారంలో కర్బనం ఉంటుంది. మీ ఊపిరితిత్తులలోనికి మీరు పీల్చుకొనే గాలిలోఉన్న ఆమ్లజనిని మీరు విలీనం చేసుకుంటారు. మీ రక్తంద్వారా పయనించే ఈ ఆమ్లజని, ఒక రకంగా తాపీగా తక్కువ ఉష్ణోగ్రతతో ఉండే మంటలో, కర్బనంతో కలుస్తుంది. ఇదే మీ శరీరాన్ని వెచ్చగా ఉంచుతుంది. మీరు ముక్కులోంచి గాలిని నిశ్వాసగా వదులుతున్నప్పుడు, లోపల ఏర్పడిన కార్బన్‌డయాక్సయిడులోని కొంత భాగాన్ని ఊపిరితిత్తుల నుండి విసర్జిస్తారు.



౨

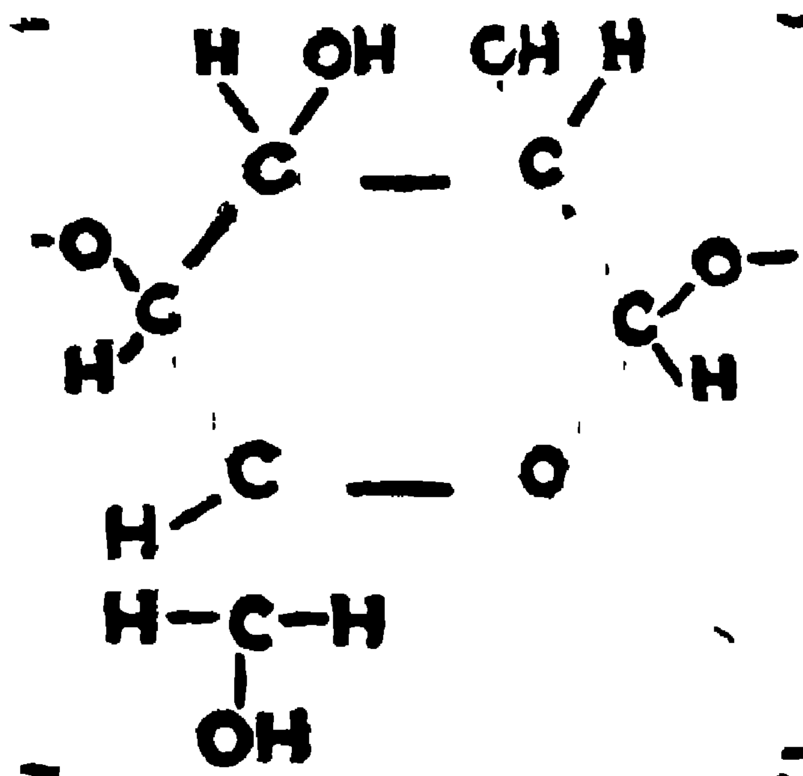
ఉష్ణత గురించి ఒక వివరణ

అగ్ని వేడిమిని పుట్టిస్తుందని మన కందరి తెలుసు. మంటముందు నిలబడినప్పుడు మీరు ఆ వేడిమిని మీ జ్ఞానేంద్రియం ద్వారా గుర్తించగలరు. ఏదైనా మంటపైన నీళ్ళతో ఉన్న ఒక గిన్నెనో, కొప్పెరనో పెడితే ఆ నీళ్ళు కొద్దిసేపటిలో వేడెక్కి మరగడం మొదలు పెడతాయి. అప్పుడు మంటమీదనుంచి పాత్రను మీరు తీసివేయకపోతే నీళ్ళన్నీ మరిగి మరిగి హరించుకుపోతాయి.

ఇటువంటి మార్పులను తెచ్చిపెట్టే ఈ వింత విషయం–వేడిమి–ఏమిటి? అదేమిటో వివరించడానికి ప్రయత్నిస్తే ఒక క్షణంసేపు మిమ్మల్ని చిక్కుపెట్టే కొత్త భావం ఒకటి తటస్థిస్తుంది. ఉష్ణత అంటే ఇంకేం కాదు. అవకాశంలో పరిభ్రమిస్తున్న అణువులూ, పరమాణువులూ మరింత వేగంగా తిరగడమే! కట్టెపేడులో, ఇనుపముక్కలో, లేకపోతే నీళ్ళవంటి ద్రవంలో అణువులన్నీ మరీ దగ్గర దగ్గరా పేర్చినట్టుండి, అవి కదలడానికి అట్టే చోటు ఉండదని మీరు భావించవచ్చు. అయితే చిత్రమేమిటంటే, అణువులమధ్య చెప్పుకో దగ్గంత ఎడం ఎప్పుడూ ఉంటుంది; అవి నిత్యం పరిభ్రమిస్తూనే ఉంటాయి. ఉష్ణోగ్రత ఎంత ఎక్కువైతే వాటి వేగం అంత ఎక్కువవుతుంది.



ఈ సంగతి ఇంకా విస్పష్టంగా మన మనస్సులో పట్టడానికి నీళ్ళ పాత్రలో జరిగే క్రియను పరిశీలిద్దాం. మొదట మనం మంట రాజపెడతాం. కట్టెపేడులు, బొగ్గులూ మొదలైన ఇంధనాలు అణువుల సమీకరణంవల్ల ఏర్పడినవి. ఈ అణువులు కర్బనం, ఉదజని, ఆమ్లజని మొదలైన పరమాణువులవల్ల ఏర్పడినవి. ఉదాహరణకి-సర్వసాధారణమైనకఱ్ఱయొక్క అణువులో ఆరుకర్బనం C పరమాణువులూ, పది ఉదజని H పరమాణువులూ, అయిదు ఆమ్లజని O పరమాణువులూ ఉంటాయి. దీని రసాయనిక సూత్రాన్ని $C_6H_{10}O_5$ అంటారు.



కర్రముక్క అణువుకు ఒక రసాయనిక వేత్త చిత్రణ.

కఱ్ఱ చల్లగా ఉన్నప్పుడు దానిలోని అణువులు నెమ్మదిగా, సంకుచిత పథాలలో తిరుగుతూ ఉంటాయి; కాని కఱ్ఱ మండడం మొదలు పెట్టాక ఆ అణువులు చాలా వేగంగా పరిభ్రమిస్తాయి. వాస్తవానికి, అవిముక్కలయిపోవడానికి వీలైనంత వేగంగాతిరుగుతాయి. అప్పుడు పరమాణువులు తమ అణువుపరిధినుంచి ఎగిరిపోతాయి. ఇది ఇలా జరుగుతూఉండగా, కార్బన్‌డయాక్సయిడ్ తయారవడానికి గాలిలో ఉన్న ఆమ్లజని పరమాణువులతో కర్బనం పరమాణువులు కలుస్తాయి (20 పేజీ చూడండి). సరిగ్గా ఈ సమయంలోనే, నీరు ఉత్పత్తి కావడానికి కఱ్ఱలో ఉన్న ఆమ్లజని ఉదజని, పరమాణువులు సమ్మిళితమవుతాయి.

ఈ కలాపాలన్నీ, కొత్తగా ఏర్పడిన అణువులు సెకెండుకు ఎన్నో మైళ్ళ వేగంతో దూసుకుపోవడానికి దోహద మవుతాయి. శరవేగంతో పయనించే ఈ అణువుల మార్గంలో అడ్డంగా, మంటమీాది ఇనుపనీళ్ళ పాత్ర ఉండడంచేత, ఆ పాత్రయొక్క ఇనుము అణువులపైన ఉధృతమైన దాడి జరుగుతుంది. దీనివలన ఆ ఇనుము అణువులు విపరీతమైనంత వేగంతో కదలడం మొదలెడతాయి. తొందరగా పరిభ్రమించే ఈ ఇనుము అణువులు పాత్రలోఉన్న నీటి అణువులను ఢీకొంటాయి. అందుచేత, నీళ్ళ అణువులు మరింత త్వరితంగా పరిభ్రమించడం జరుగుతుంది ఆ నీళ్ళలో మీా వేళ్ళు పెడితే, నీళ్ళు వేడెక్కుతున్నవంటారు.

ఈ క్రియ కొనసాగుతున్నకొలదీ, కొన్ని నీటి అణువులు మరీ వేగంగా చలించి, తమ పక్కనున్న అణువులని విడిచిపెట్టి పైకి దుమికి

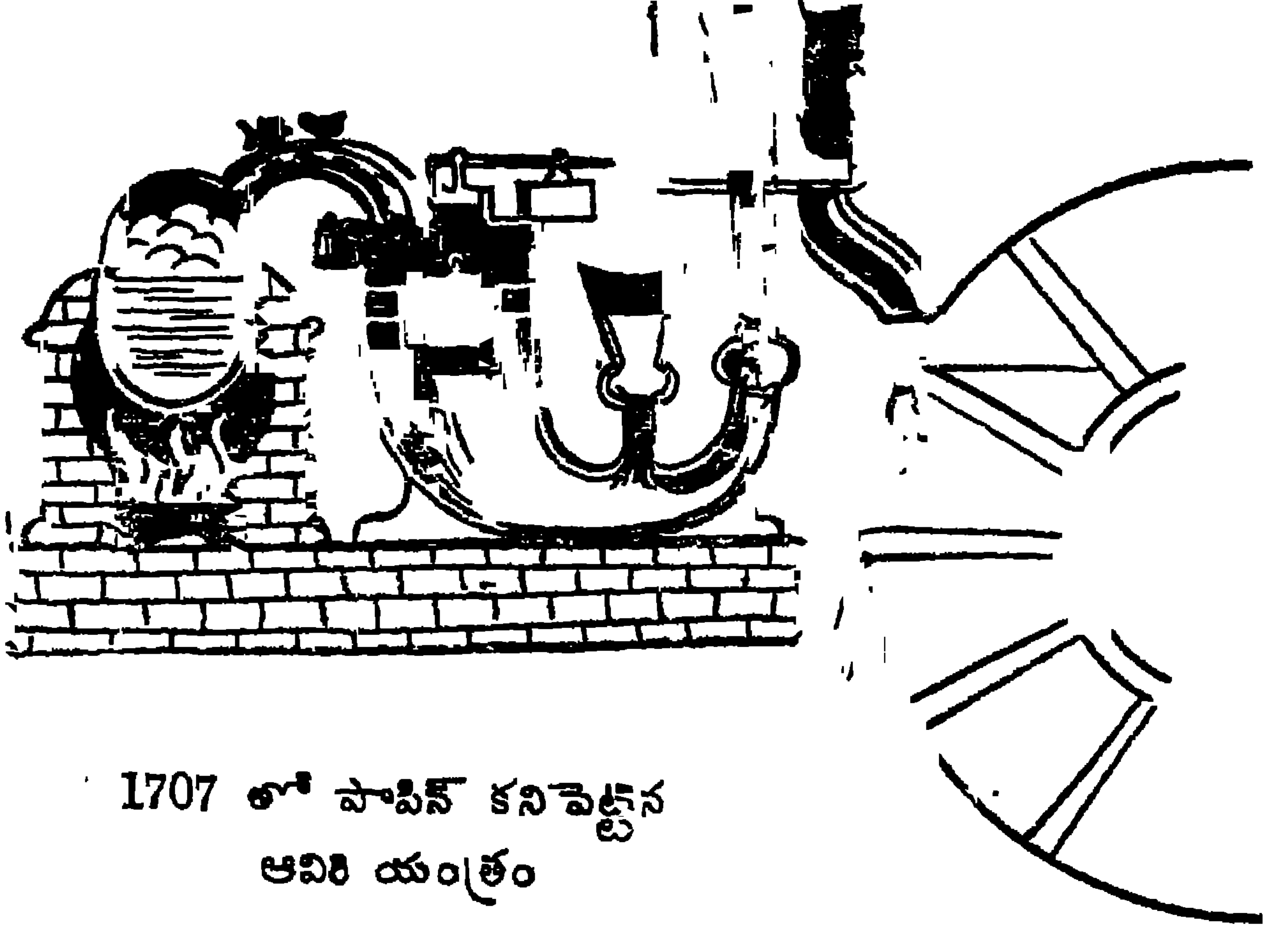
గాలిలోకి ఎగసిపోతాయి. అంటే, నీళ్లు మరుగుతున్న వన్నమాట. కొద్ది సేపటిలో పాత్రలోని నీళ్ళన్నీ మరిగి మరిగి ఇగిరిపోతాయి. తరవాత కూడా అణువుల దాడి కొనసాగితే (అంటే పాత్రని మంటపైన విడిచి పెడితే) ఇనుము అణువులు ఆ ఉధృతాన్ని తట్టుకోలేక, ఒకదానినొకటి అంటిపెట్టుకోవడం మానివేస్తాయి; అనగా పాత్ర ఆకారంలో అవి ఇముడవు. పాత్ర కరగడం ప్రారంభించి, ద్రవంకింద మారిపోతుంది. ఈ ద్రవంయొక్క ఉష్ణోగ్రతని మనం అధికం చేయగలిగితే దానిలోని అణువులు కూడా చివరకు నీళ్ళ అణువుల మాదిరిగానే ప్రవర్తిస్తాయి. తమ ప్రక్కనున్న వాటినుంచి విడిపోయి ఆ ఇనుము అణువులు గాలి లోకి దూసుకుపోతాయి. అంటే ఇనుము ఆవిరైపోతుందన్నమాట!



ఈ చెప్పినదంతా సంపూర్ణం కాదు. అగ్ని గురించి, ఉష్ణత గురించి ఇంకా ఎంతో చెప్పాలి. ఉష్ణోగ్రత ఎక్కువవుతున్నకొద్దీ అణువులు మరింత త్వరితంగా పరిభ్రమించడమే కాకుండా, కొన్ని వికిరణ (అనగా రేడియేషన్) ప్రక్రియలు కూడా తయారవుతాయి. వాటిని వెలుగుగా చూస్తాం; వేడిమిగా అనుభవిస్తాం. ఈ వికిరణములను గురించి రాబోయే ప్రకరణంలో చెప్పుకుందాం.

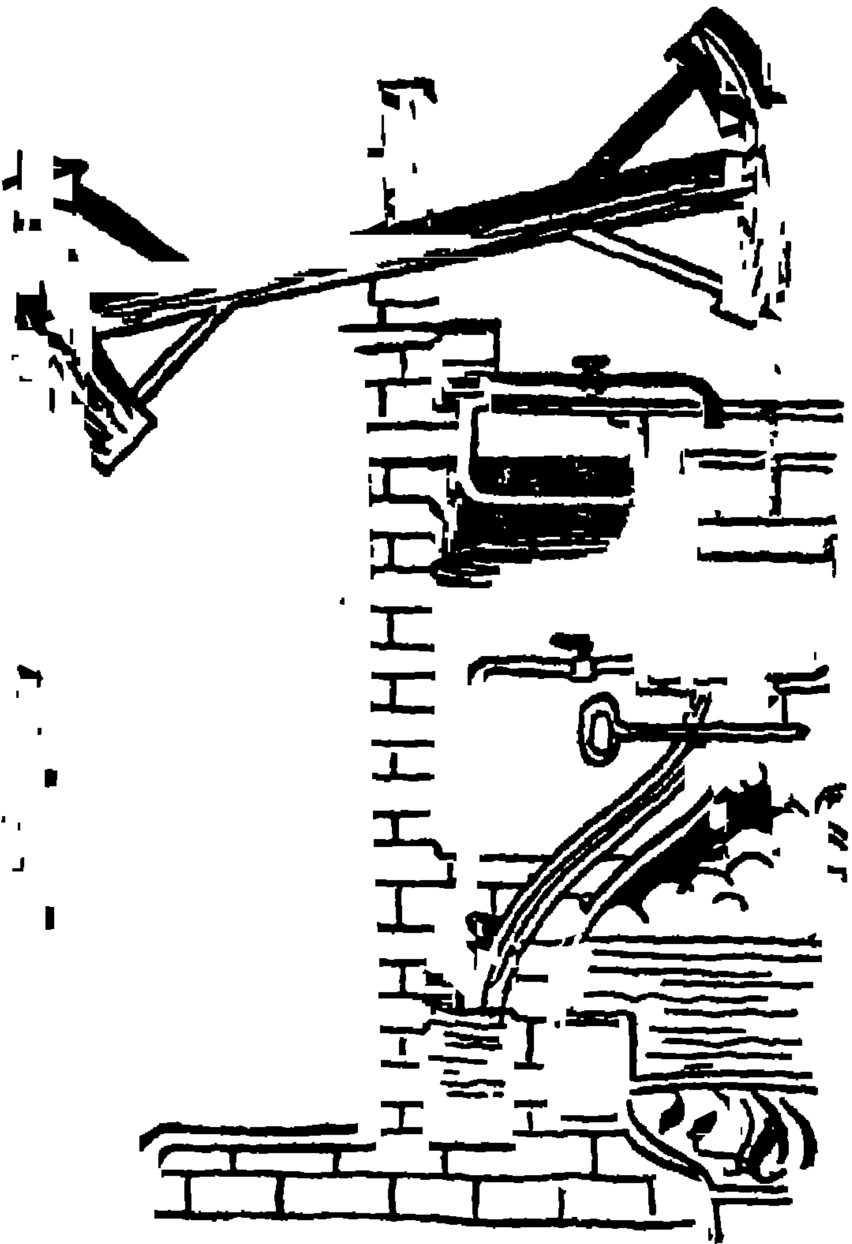
6

ఆవిరి వినియోగం



1707 లో పాపిన్ కనిపెట్టిన ఆవిరి యంత్రం

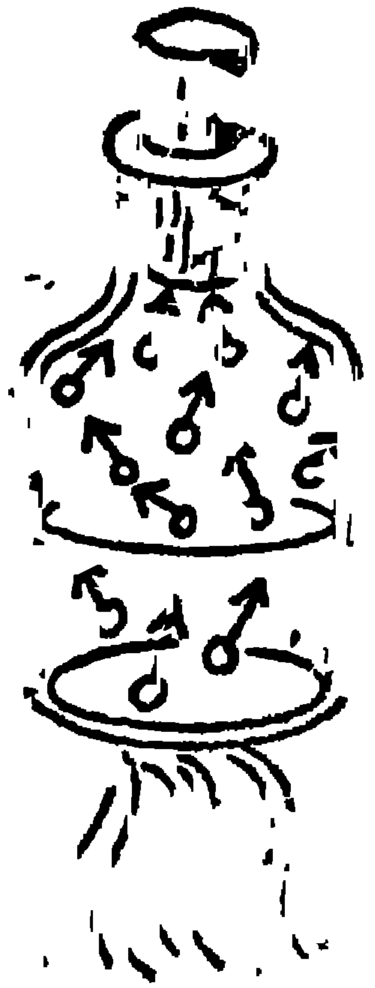
జేమ్సువాట్ అనే స్కాట్లండ్ దేశపు కుర్రాడిని గురించి ఒక కథ చెప్పుకుంటారు. అతడు 1736లో పుట్టాడు. 1819దాకా జీవించాడు. నిప్పులమీద నీళ్ళపాత్ర ఉంది. ఆ నీళ్ళు మరుగుతున్నాయి వాట్ నీళ్ళ పాత్రను చూస్తూ కూర్చున్నప్పుడు, అడుగునున్న శక్తివల్ల పాత్రమీది మూత కదలడం గమనించాడు. అప్పుడొక విషయాన్ని అతడు ప్రకటించినట్టు చెప్తారు. "పాత్రమూతను ఆవిరి కదిలించగలిగితే, దానిచేత ఇంకా బరువైనవాటినీ, ప్రయోజనాత్మకమైన పనులనూ చేయించవచ్చు" అన్నాడట. ఈ కథప్రకారం, ఆ తరువాత అతడు ఆవిరి యంత్రాన్ని కనిపెట్టడం ప్రారంభించాడట. అయితే, ఈ కథనం సంపూర్ణమైన సత్యం కాదు. మహత్తరమైన విషయాలను ఏ ఒక్క మేధావో కనిపెట్టడమనేది చాలా అరుదు.



1705 లో న్యూకోమన్ కనిపెట్టిన యంత్రం

వాట్ జన్మించడానికి ఎన్నో సంవత్సరాలకు ముందుగానే, మరుగుతున్న నీళ్ళలోంచి పుట్టే ఆవిరి శక్తిపైన ఇతరులు పరిశోధనలు చేస్తూవచ్చారు. వీళ్లు చేసిన కృషీ, నిర్మించిన ముతక యంత్రాలూ పునాదులు వేశాయి. ఆ తరవాత వాట్ వంటివాళ్ళొచ్చి ముతక యంత్రాలను అభివృద్ధిచేసి అవి పనికొచ్చేటట్టు చేశారు. ఆ పిమ్మట మరికొందరు ఆ యంత్రాలను ఇంకా అభివృద్ధిచేశారు. ఇవాళ ఆవిరిఇంజన్లు యంత్రనిర్మాణకౌశల్యంవల్ల అద్భుతంగా పరిణమించాయి. ప్రత్యక్షం

గానో, పరోక్షంగానో ఆవిరి వివిధ పరిశ్రమలలో ఉన్న అనేక చక్రాలను త్రిప్పుతూంది. ఈనాడు మనం వాడే విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసే జనరేటర్లను ఆవిరే నడుపుతోంది.



"ఆవిరి పీడనము" అంటే ఏమిటి?

ఒత్తిడిగా రూపొందుటవలన ఆవిరి పనిచేస్తుంది ఈ ఒత్తిడినే శాస్త్రజ్ఞుల పరిభాషలో 'పీడనము' అంటారు. మీరేదైనా వస్తువును తోస్తున్నప్పుడు ఒత్తిడిని పుట్టిస్తారు. ఆవిరి కూడా ఒత్తిడి చేస్తుంది. నీళ్లు మరుగుతున్నప్పుడు, నీళ్ళ అణువులు ఎంత త్వరితంగా పరిభ్రమిస్తాయంటే, వాటిలో కొన్ని ద్రవాన్ని విడిచి బయటకు ఎగిరిపోతాయి. ఈ స్వేచ్ఛగా విహరించే అణువులను మనం 'ఆవిరి' అంటాం. వేగంగా తిరిగే ఇటువంటి అణువు లెన్నో ఒకచోట బంధించబడితే, అందులోని ఆవిరిపీడనము అధికంగా ఉందంటాం. అణువుల సంఖ్య ఎక్కువైనకొద్దీ, వాటి వేగం జాస్తి అవుతున్నకొద్దీ పీడనము అధికమవుతుంది.



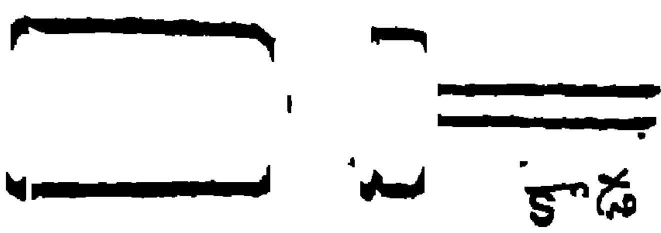
పీడన మంటే ఏమిటో దీనివల్ల మనకు బోధపడదు. మాట వరసకి, ఒక లోహపు సీసాని తీసుకొని దానిలో సగందాకా నీళ్లు పోసి, బిరడా పెట్టి, పొయ్యిమీద పెట్టామనుకోండి. కొద్దిసేపట్లో నీళ్లు మరుగుతాయి. సీసాలోని పై భాగంలో ఉన్న గాలిలోకి నీటి అణువులు ఎగురుతాయి. ఈ ఎగిరే అణువులు సీసా ప్రక్కలనీ, బిరడాలనీ గట్టిగా తాకుతాయి. నీళ్ళు మరీ మరుగుతున్నకొద్దీ ఎన్నెన్నో అణువులు నీళ్ళ నుండి విడిపోయి సీసానీ, బిరడానీ దాడి చేయడానికి బయలుదేరుతాయి. చివరకు, కోటానుకోట్ల అణువులు ఇలా దాడిచేస్తాయి; అంటే ఆవిరి పీడనము అత్యధికతర మవుతుంది.



బిరడా అడుగు భాగాన్ని కొద్ది అణువులు తాకితే ఫలితం ఏమీ ఉండదు; కాని అసంఖ్యాకమైనవి సమ్మెటపోట్లలాగ దాన్ని మర్దించి, వదులుగా అయేటట్లు చేసి, గట్టి చప్పుడుతో గాలిలోకి ఎగుర

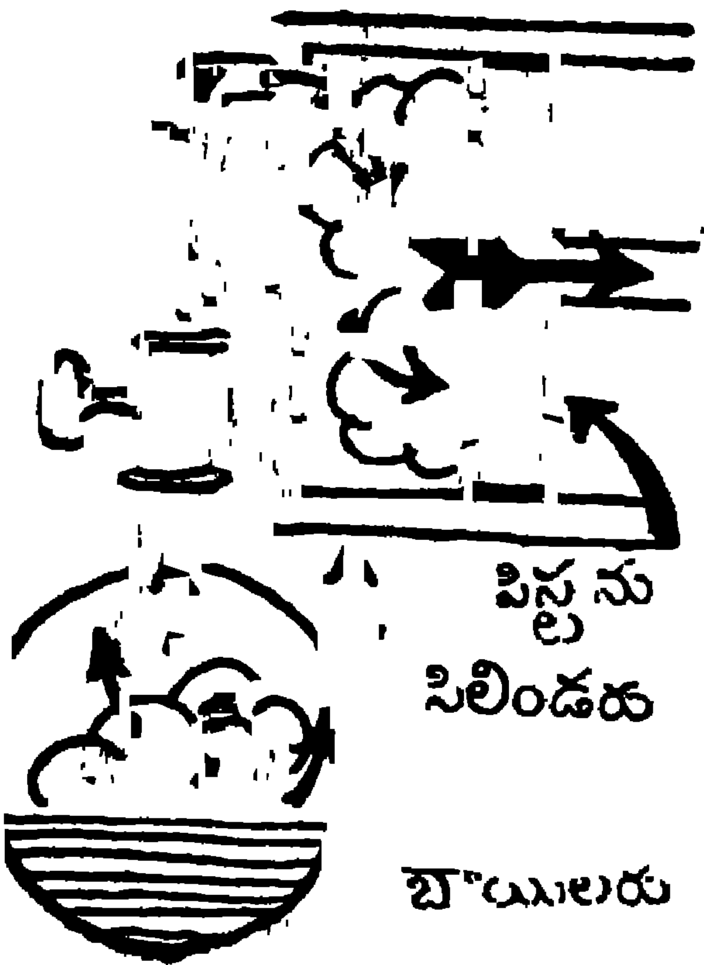
గొడతాయి. బిరడాను ఊడిరానంత గట్టిగా బిగిస్తే, ఆవిరిపీడనం అధిక మవుతూనే ఉంటుంది. చివరి కావత్తిడి దుర్భరమై సీసా ప్రేలిపోతుంది; అణువుల సుత్తిపోట్లవల్ల తునాతునక లైపోతుంది. దగ్గర్లో ఉన్నవాళ్ళని గాయపరిచేటంత ఉధృతంగా ఈ ప్రేలుడు జరగడానికి వీలుంది. ఆవిరి పీడనంలో ఉన్న శక్తిని ప్రదర్శించే ఈ ప్రయోగం చాలా ప్రమాద కరమైనది.

ఆవిరియంత్రం ఎలా పనిచేస్తుంది?



ఒక ప్రక్క మాత్రం పూర్తిగా కత్తిరించి తీసేసిన గుండ్రని రేకు డబ్బాని ఊహించుకోండి. దానికన్న కొంచెం చిన్న డబ్బాని తరవాత ఊహించుకోండి. ఈ చిన్నదాని కొకప్రక్క కొయ్య ఉందను కోండి. చిన్నడబ్బా పెద్దదాంట్లో ఇముడుతుంది. కొయ్యని తోస్తూ, లాగుతూ చిన్న డబ్బాని పెద్దదాంట్లో ముందు వెనక్క చలింపజేయ వచ్చును.

ఈ విధమైన సన్నాహం మీరుగాని చేసివుంటే, ఆవిరియంత్రాని కొక చిత్తునమూనా మీరు తయారుచేసినట్టే. ఎందుచేతనంటే, ఆవిరి యంత్రంలో (పెద్ద డబ్బా స్థానంలో సిలిండరు, చిన్న డబ్బాకి బదులుగా 'సిలిండరు–పిస్టను' వాడుతారు. ఈ పిస్టనును ముందు వెనుకలకు చలింపజేయడానికి ఆవిరి ఒత్తిడిని ఉపయోగిస్తారు.

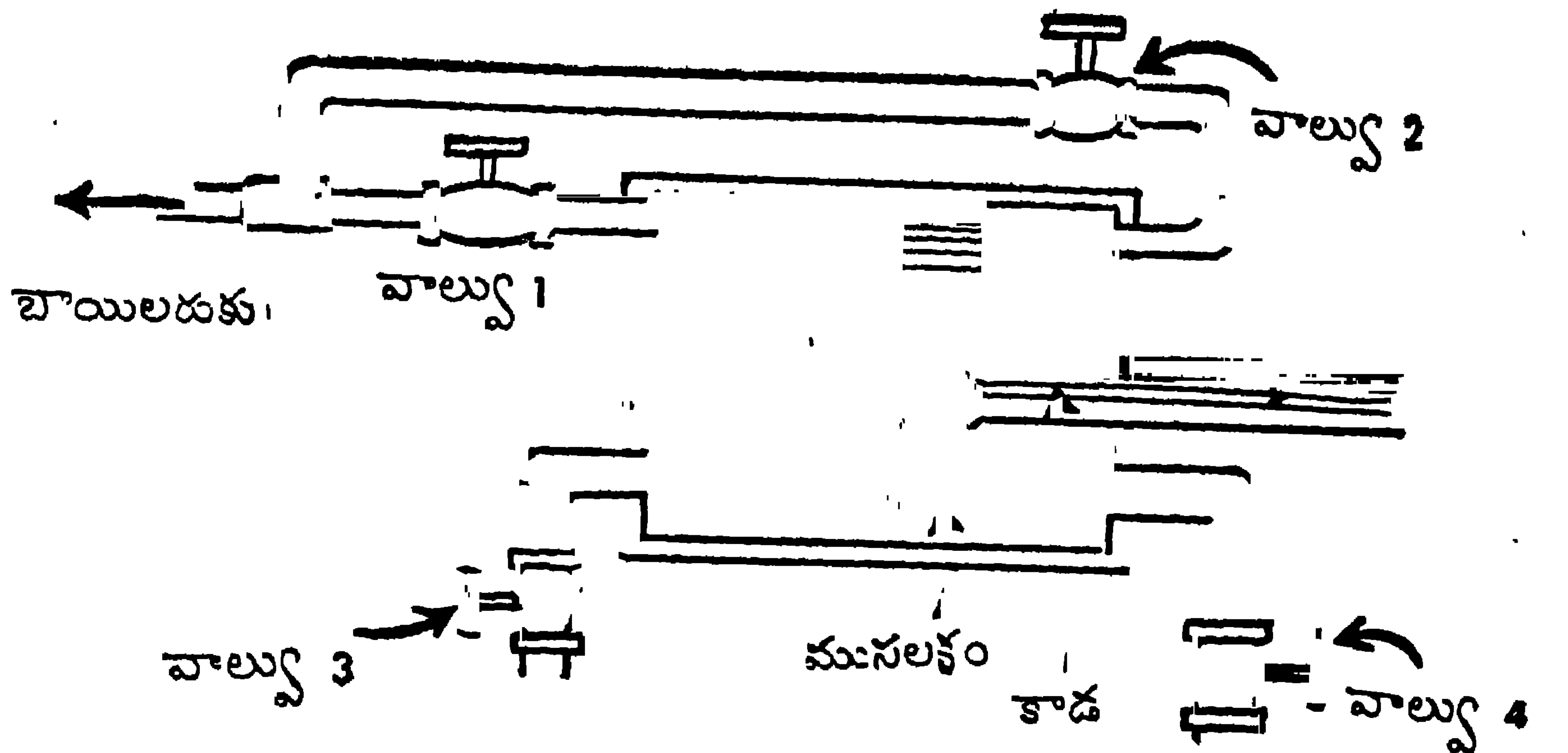


ఆవిరి యంత్రంలో ఒక బాయిలరు ఉంటుంది; ఇది నలు ప్రక్కలా మూసిన పేటిక; ఇందులో నీళ్ళని మరిగిస్తారు. ఆవిరి ఒక గొట్టంద్వారా యంత్రంలోనికి ప్రవేశించి పిస్టనును చలింపజేస్తుంది. ఆవిరి పిస్టనును ఎలా చలింపజేయగలదో అర్థం చేసుకోవడానికి ఆవిరిని అసంఖ్యాకమైన నీళ్ళ అణువులుగా, అవి సిలిండరులో శరవేగాన పరిభ్రమిస్తూ పిస్టను అంచులపై సమ్మెటపోట్లు వేస్తున్నట్లుగా ఊహించు కోండి. ఈ ఉధృతమైన దాడి పిస్టనును చలింపజేస్తుంది.

పిస్టను చలనాన్ని ఆపడానికి తగిన సాధనాలు మనవద్ద లేకపోతే, అది సిలిండరులోనుంచి ఎగిరిపడి సీసానుండి ఊడిపడిన బిరడాలాగే ఛిన్నాభిన్న మవుతుంది. ఈ క్రింద చూపించిన ఏర్పాటువల్ల ఈ పరిస్థితిని నివారించవచ్చు. సిలిండరును రెండు ప్రక్కలా మూసి వెయ్యాలి. పిస్టను కదలడానికి ఒక చిన్న కన్నం మాత్రం ఉంటుంది. అందులోంచి పిస్టను కడ్డీ ముందువెనుకలకు చలిస్తుంది. సిలిండరుకు నాలుగు పైపులు (గొట్టాలు), నాలుగు వాల్వులు (కవాటాలు) ఏర్పాటు చేస్తాము. ఈ వాల్వులు రమారమి మన ఇళ్ళలో ఉండే నీటి కొళాయిల లాగే ఉంటాయి. మీరు కొళాయిని తెరిస్తే నీరు వెలువడు తుంది; మూసివేస్తే ఆగిపోతుంది.

ఒకటవ నెంబరు వాల్వు తెరిస్తే బాయిలరులో ఉన్న ఆవిరి సిలిండరులోని ఎడమప్రక్కకు ప్రవహిస్తుంది. ఇది పిస్టనును కుడివైపు కదిలిస్తుంది. నాలుగవ నెంబరు వాల్వుని తెరచినందువల్ల అదే సమయంలో సిలిండరు కుడివేపునున్న గాలి బయటకు నిర్గమించి ప్రకృతిలో ఉన్న గాలిలో కలిసిపోవడానికి వీలవుతుంది.

పిస్టను కుడివైపునకు కదిలిన తరువాత ఒకటవ, నాలుగవ వాల్వులు మూసివేసి, రెండుమూడు నెంబరుల వాల్వులు తెరిస్తే పిస్టను ఎడమచేతివైపు కదులుతుంది. రెండవ నెంబరు వాల్వు తెరచి నందువల్ల సిలిండరులోని కుడిప్రక్కకు ఆవిరి ప్రవేశించి, పిస్టను ఎడమ

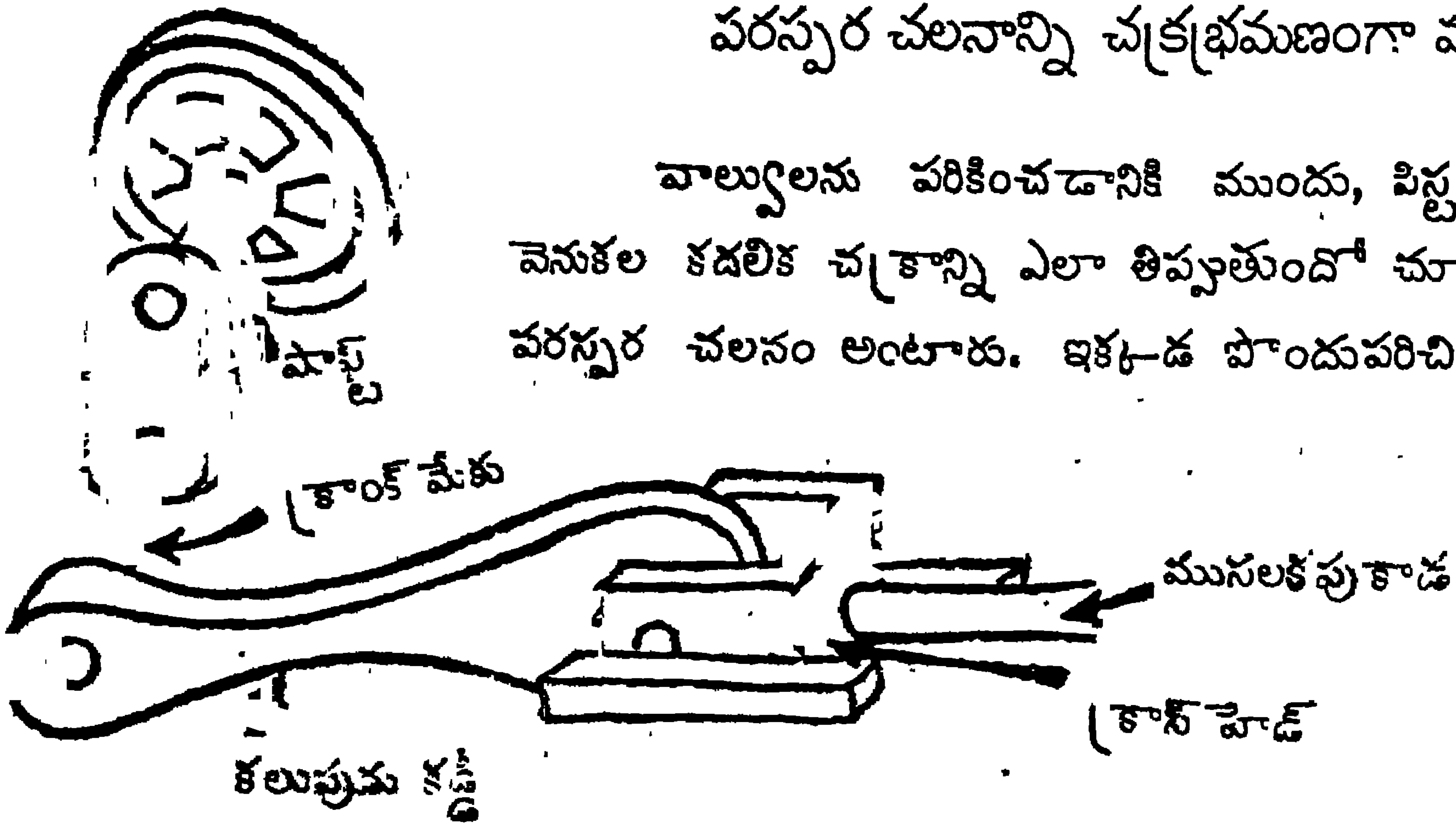


ప్రక్కకు కదలడానికి వీలవుతుంది; మూడవ నెంబరు వాల్వు తెరవడం చేత ఎడమప్రక్కనున్న ఆవిరి సిలిండరులోనుంచి నిర్గమించడానికి వీలవుతుంది.

ఈ విధంగా చూపించిన ఏర్పాట్లవల్లా, వాల్వులను తొందర తొందరగామూసేసి తెరవడానికి అప్రమత్తులైన యువకులిద్దరుఉంటేనూ పిస్టను ముందు వెనుకలకు త్వరగా చలించేటట్టు మనం చూడగలం. అయితే, ఈ పని ఎవరికైనా తప్పకుండా విసుగు పుట్టిస్తుంది. పైగా ఇది అనవసరం. పిస్టను ముందు వెనుకలకు చలిస్తున్నప్పుడు, వాల్వులు వాటంతట అవే మూసుకొని తెరచుకొనేటట్టు పిస్టనుకూ వాల్వులకూ మధ్య అనుబంధ పరికరాలను ఏర్పాటు చేయవచ్చు. ఈ విధమైన ఏర్పాటులుంటే, 27 వ పేజీలో చూపించిన వాల్వులు వుపయోగించవలసిన అవసరం రానేరాదు. వాటికి బదులుగా యంత్రంలో 'సహజ' వాల్వులను ప్రత్యేకంగా నిర్మిస్తాం.

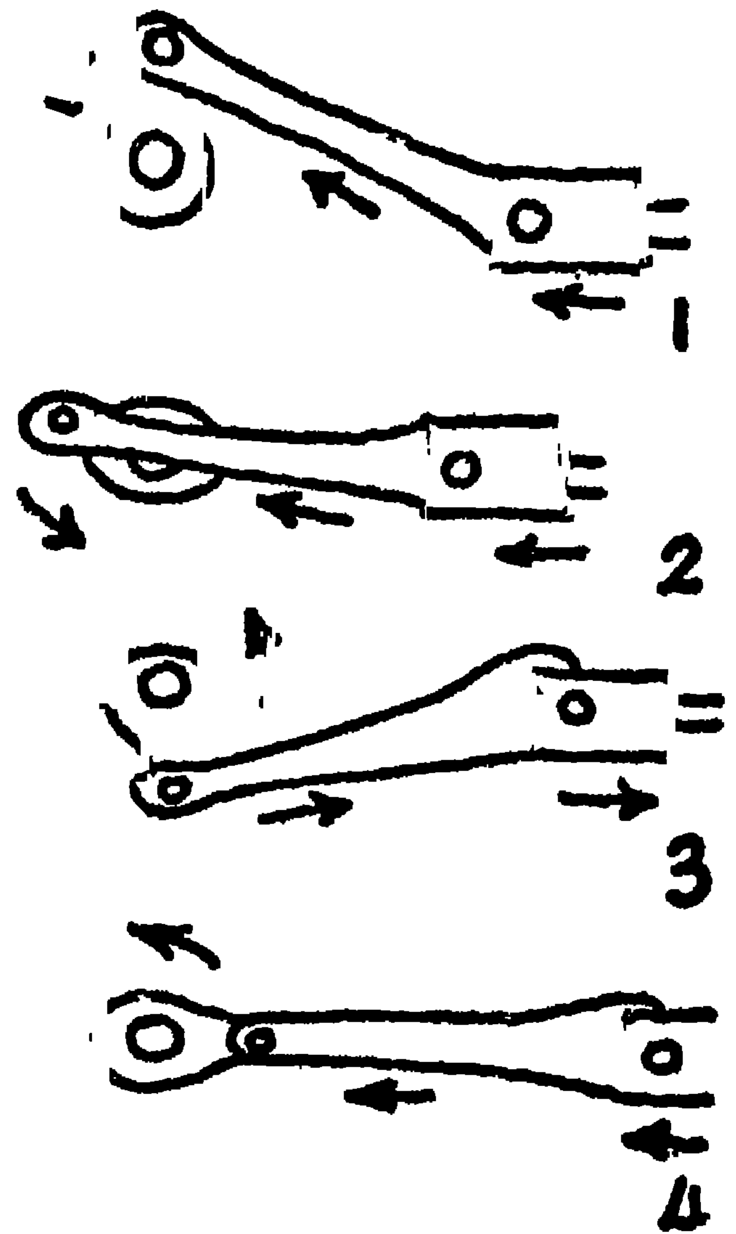
పరస్పర చలనాన్ని చక్రభ్రమణంగా మార్చడం

వాల్వులను పరికించడానికి ముందు, పిస్టనుయొక్క ముందు వెనుకల కదలిక చక్రాన్ని ఎలా తిప్పుతుందో చూద్దాం. ఈ కదలికన్ని పరస్పర చలనం అంటారు. ఇక్కడ పొందుపరిచిన బొమ్మలని పరిశీ



లిస్తే ఇది ఎలా సాధ్యమవుతుందో తెలుసుకుంటారు. పిస్టనుకు ఒక కడ్డీ వున్న సంగతి గమనించండి. సిలిండరులో ఒకవైపున ఉన్న రంధ్రం లోంచి ఈ కడ్డీ పయనిస్తుంది. పిస్టను ముందువెనుకలకు కదిలినప్పుడు ఈ రంధ్రంలోనుంచే కడ్డీకూడా ముందువెనుకలకు చలిస్తుంది.

ఈ కడ్డీని క్రాస్ హెడ్ సిలువశీర్షం అనేదానికి అతికిస్తాం. ఇది లోహపు చట్రంలో ముందువెనుకలకు చలించే లోహపు దిమ్మ. ఈ క్రాన్ హెడ్డుని 'కనెక్టింగ్ రాడ్' అనే కలుపుడు కడ్డీకి అతుకుతాం. ఈ కలుపుడు కడ్డీని 'క్రాంకుపిన్ను' లేక క్రాంకుమేకు అనేదానికి అతుకుతాం. ఈ క్రాంకుమేకు 'షాఫ్ట్' అనే యంత్రదండానికి సంబంధించినది. యంత్రదండంపైన 'గేరు' అనే కుం చక్రాన్ని బిగిస్తాం.



క్రాస్ హెడ్ ముందు వెనకలకు కదలినప్పుడల్లా కలుపుడు కడ్డీని లాగుతూ తోస్తూ క్రాంకుమేకు వర్తులాకారంలో తిరిగేటట్టు చేస్తుంది. అందువల్ల యంత్రదండం పరిభ్రమిస్తుంది.

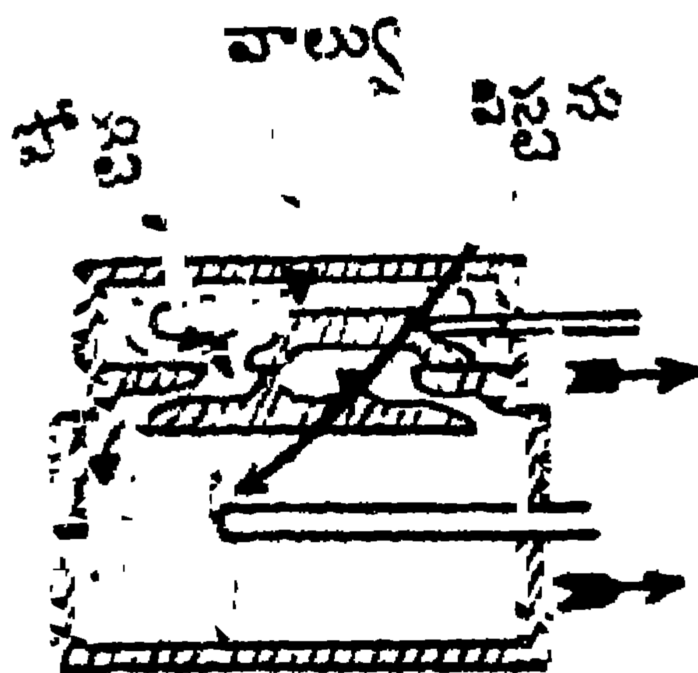
ఆవిరి కుడివైపునకు పిస్టనును కదిలించినప్పుడు క్రాసుహెడ్డు కూడా కుడివైపునకే కదులుతుంది. క్రాసుహెడ్డు కలుపుడు కడ్డీని తోస్తుంది. అది క్రాంకుమేకుని ఒరుసుకొని తోసేటట్టు చేస్తుంది. అందువల్ల ఒకటవ నెంబరు బాణంద్వారా చూపించినట్టు యంత్రదండం తిరగడం సంభవిస్తుంది. రెండవ నెంబరు బాణంతో చూపించిన స్థితిలోనికి పిస్టను కదిలినప్పుడు, సిలిండరులో ఎడమభాగంలోనికి ఆవిరిని యంత్రంలోని వాల్వు మూసివేస్తుంది. అదేసమయంలో, సిలిండరులోని కుడివైపు ఆవిరి ప్రవేశించడానికి వాల్వు తోడ్పడుతుంది. అందుచేత మూడవ నెంబరు బొమ్మలో చూపించినట్టు పిస్టను ఎడమప్రక్కకి కదలడానికి సాధ్యమవుతుంది. తరువాత, పిస్టను నాలుగవ నెంబరులో చూపించినట్టు ఎడమప్రక్కకు చేరుకోగానే మళ్ళీ కుడివైపునకు కదలడానికి మొదలుపెడుతుంది.

పిస్టను ముందువెనుకలకు కదలినప్పుడల్లా, కలుపుడు కడ్డీని లాగుతూ, తోస్తూ క్రాంకుమేకు వర్తులాకారంలో తిరిగేటట్టు చేస్తుంది. అందువల్ల యంత్రదండం పరిభ్రమిస్తుంది. ఈ విధంగా పిస్టనుయొక్క పరస్పర చలనాన్ని చక్రభ్రమణంగా మార్చడానికి అవకాశ మేర్పడింది.

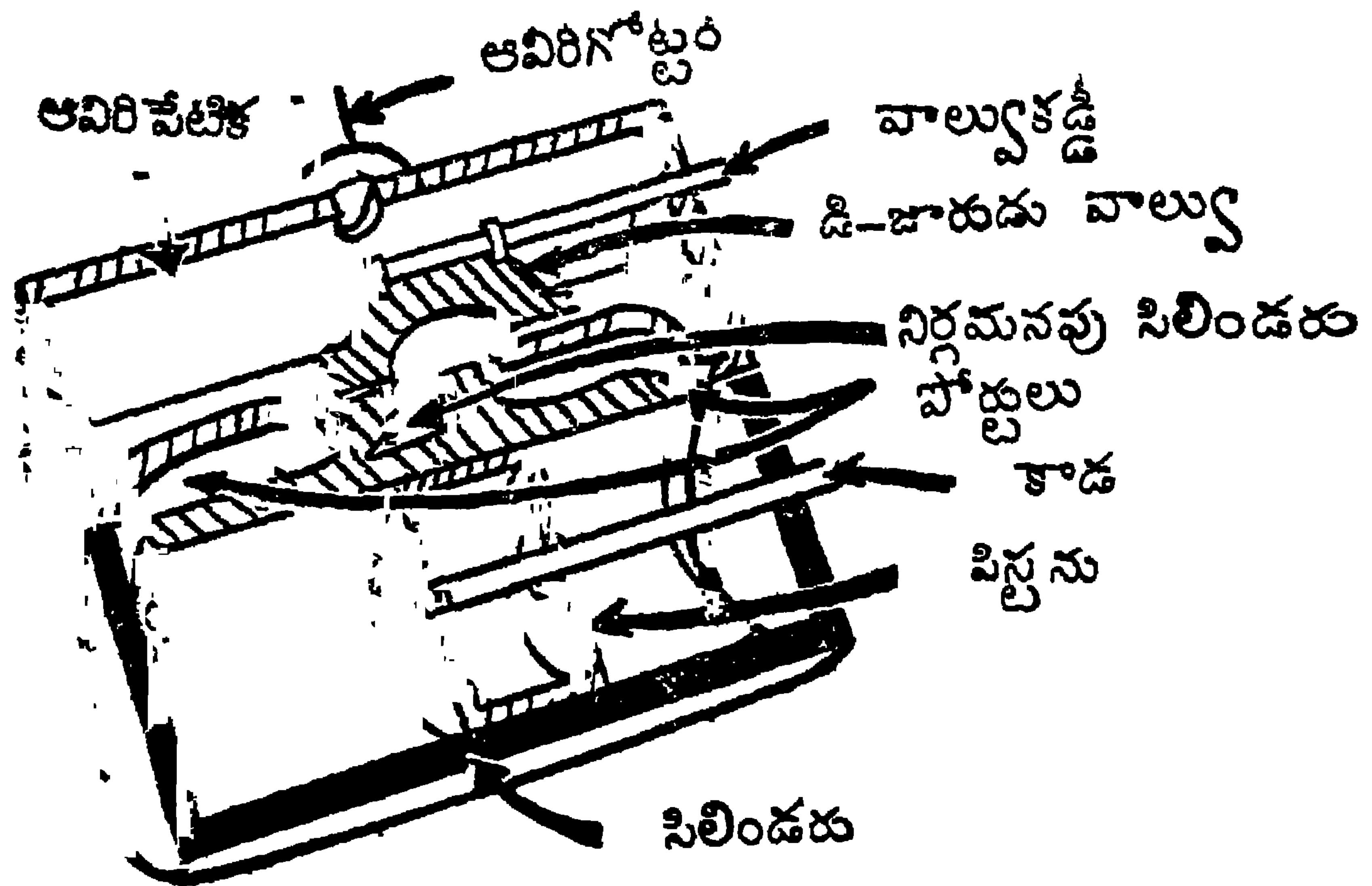
ఈ చక్రభ్రమణాన్ని యంత్రదండంపైనున్న గేరునుంచీగాని, చక్రంమీదనుంచీగాని బెల్టులద్వారా, ఏ రకమైన యంత్రానికైనా తీసుకొనిపోవచ్చును. బెల్టులకు బదులు పళ్ళచక్రాల మోస్తరుగా ఉండే గేరు పరికరాలద్వారాకూడా రవాణా చేయవచ్చు.

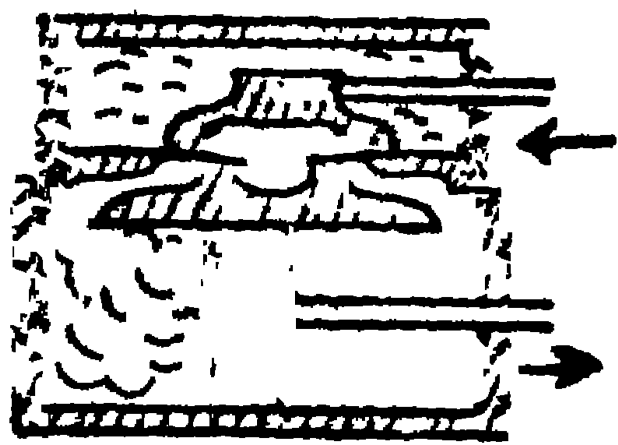
ఆవిరియంత్రంలో విలక్షణమైన 'వాల్వు'

ఒకరకం సామాన్యమైన వాల్వుని 'డి-స్లయిడు' వాల్వు అంటారు. ఈ వాల్వు ఆకారం రమారమి 'D' అనే ఇంగ్లీషు అక్షరం లాగ ఉంటుంది. మనం నాడాజారుడు వాల్వు అనవచ్చును సిలిండ

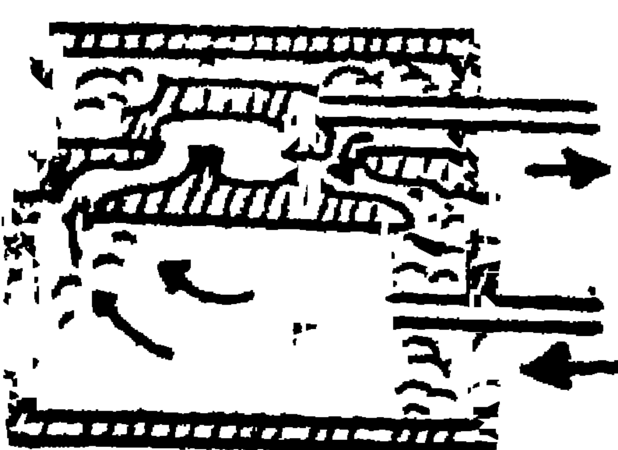


వాల్వు పోర్టును ఆవిష్కరించ గానే ఆవిరి సిలిండరులోకి ప్రవేశిస్తుంది.

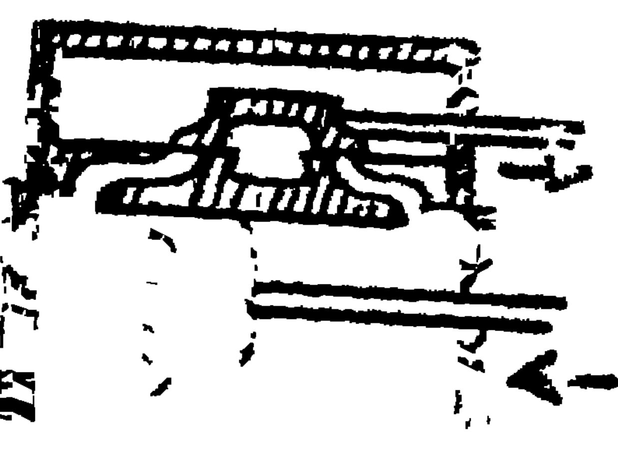




విరిసిన ఆవిరి పిస్టనును కుడి వైపు తోస్తుంది. వాల్వు ఎడమకు కదల నారంభిస్తుంది.



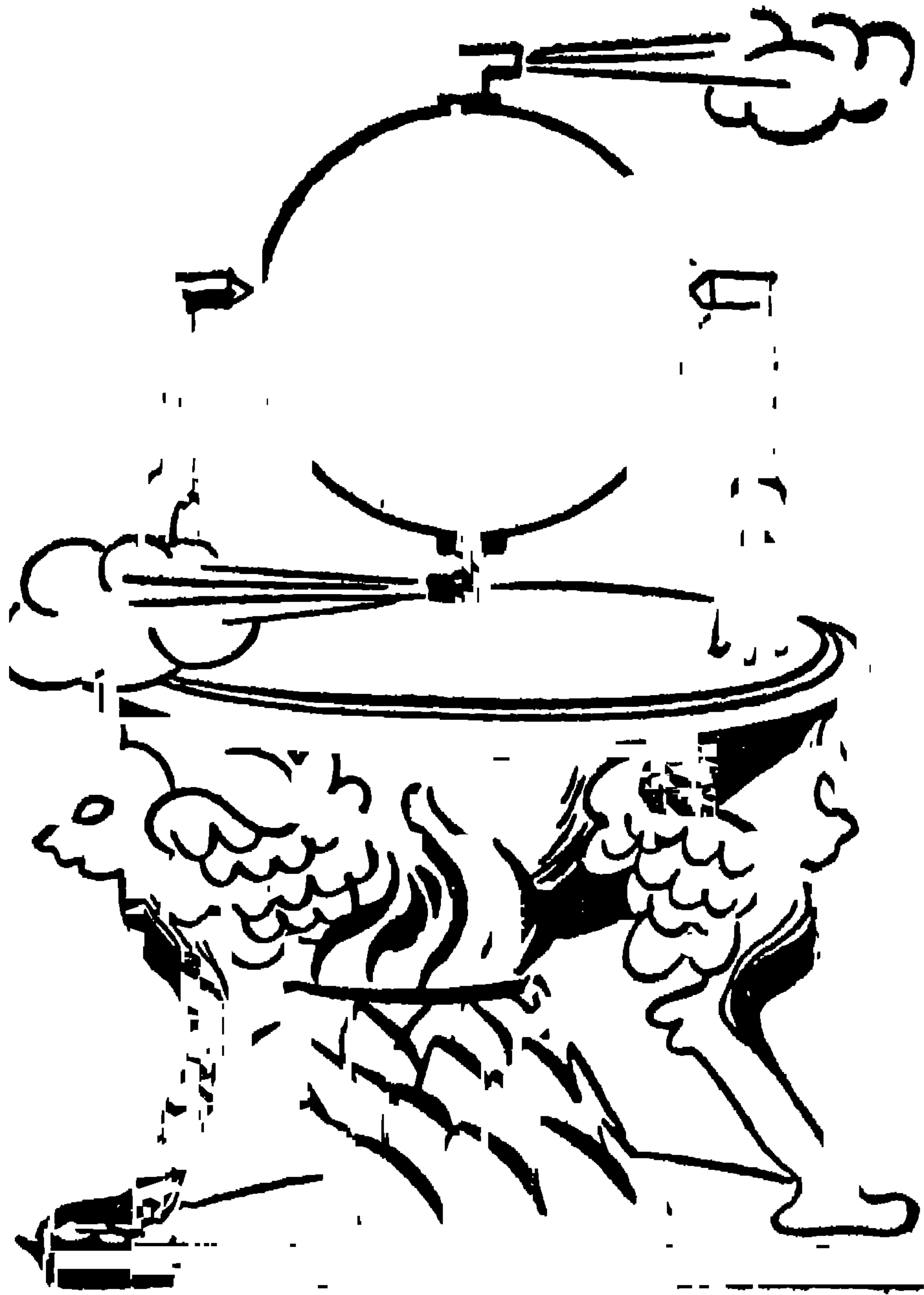
వాల్వు పోర్టులను ఆవిష్కరిస్తుంది. విరిసిన ఆవిరి ఎడమ పోర్టు నుంచి నిష్క్రమిస్తుంది. ఆవిరి కుడి పోర్టు ప్రవేశించి, పిస్టనును ఎడమకు తోస్తుంది.



రులో వొకప్రక్కన ఇది బల్లపరుపుగా ఉండే ప్రదేశంలో ముందు వెనుకలకు చలిస్తుంది. ఈ కదలికలో వాల్వు యంత్రపు సిలిండర్‌లో కొన్ని భాగాలను ఆవిష్కరిస్తుంది. వీటిని 'పోర్టులు' లేక కవాటాలు అంటారు. ఇవి తెరచుకొనడంవల్ల, సిలిండరులోనికి ఆవిరి ప్రవేశించ డానికిగాని నిర్గమించడానికిగాని వీలవుతుంది. ఈవిధంగా, వాల్వు కుడి ప్రక్కకి కదలినప్పుడు అది ఎడమవైపున ఉన్న సిలిండరు కవాటాన్ని ఆవిష్కరిస్తుంది. అందుచేత ఆవిరిపేటికలో ఉన్న ఆవిరి సిలిండరు ఎడమ భాగంలోనికి ప్రవేశించడానికి సాధ్యమవుతుంది. ఇది పిస్టనును కుడి వైపునకు తోస్తుంది. అదే సమయంలో ఈ జారుడువాల్వు కుడిచేతి ప్రక్కనున్న 'సిలిండరు-కవాటా'న్ని తెరచి, సిలిండరులో కుడివైపు నున్న ఆవిరి, పిస్టను కుడిచేతివైపునకు వచ్చినప్పుడు బయటకు నిర్గమించ డానికి అవకాశాన్ని కల్పిస్తుంది.

ఒక్క క్షణంతరువాత, 'వాల్వు' ఎడమచేతివైపు కదిలాక, ఈ క్రియలు తారుమారవుతాయి. అందుచేత పిస్టను విధిగా ఎడమచేతి వైపు కదిలితీరాలి.

యంత్రదండాని, కలుపుడు కడ్డీ మధ్యనున్న క్రాంకుమేకువల్ల ఈ జారుడువాల్వు కదులుతుంది. క్రాంకుమేకునీ, వాల్వు కాడనీ కడ్డీ కలుపుతుంది.



7

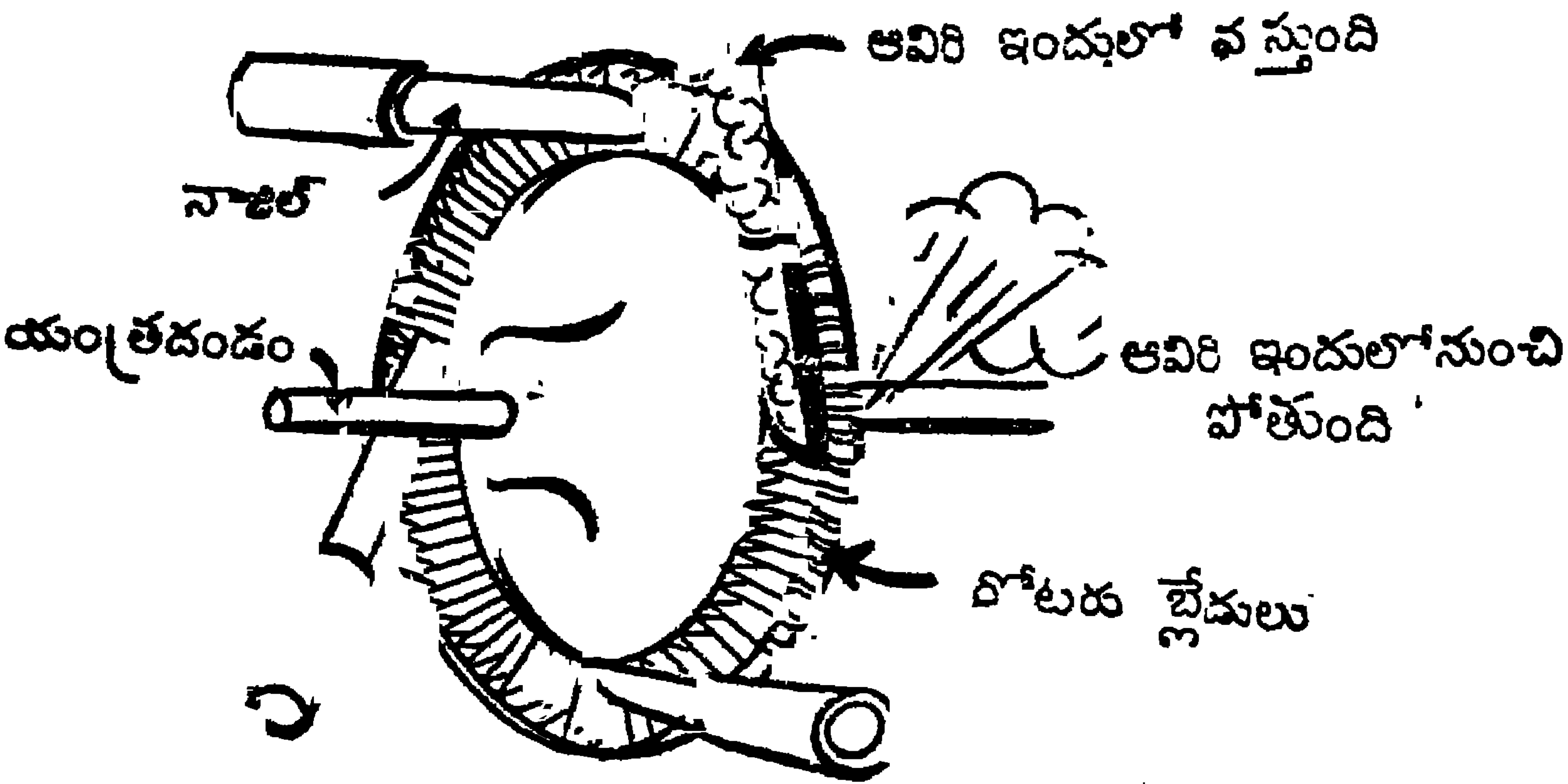
ఆవిరి టర్బయినులు

మన ప్రాచీనులు కనిపెట్టిన విషయాన్ని ఆచరణయోగ్యంగా రూపొందించుకొని, ప్రయోజనకారిగా వినియోగించుకోవడానికి మానవుడు శతాబ్దాల తరబడి ఆగిన వైనానికి ఇది ఉదాహరణ. మనం ఆవిరి 'టర్బయిను' సంగతి చెప్పుకుంటున్నాం. రెండువేల సంవత్సరాలకు పూర్వమెప్పుడో ఈజిప్టు దేశంలోని 'అలెగ్జాండ్రియా' పట్టణంలో నివసిస్తూవుండే 'హీరో' అనే వ్యక్తి మొట్టమొదట ఆవిరి టర్బయిను యంత్రాన్ని తయారుచేశాడు. అది చక్రభ్రమణాన్ని ఉత్పత్తిచేసే ఆవిరియంత్రం. అందులో వెనుకటి ప్రకరణంలో చెప్పినవిధంగా వుండే పిస్టనూ, సిలిండరులను వాడలేదు. వాటి స్థానంలో ఒక బంతిని ఉపయోగించాడు. ఈ బంతికి రెండు వొంగిన గొట్టా లుంటాయి. బాయిలర్‌లోనుంచి ఆవిరిని ఈ బంతిలోనికి రవాణాచేసేవారు; ఆనుకున్నవాటిమీాద బంతి గిరగిరా పరిభ్రమించేది.

రెండువేల సంవత్సరాలపాటు ఈ భావ ఖనిజాన్ని మానవులు ఏ మాత్రమూ ఉపయోగించుకొనలేదు. ఈ యంత్రంచేత ప్రయోజనకరమైన పని ఎలా చేయించుకోవాలో వాళ్ళకి తెలియలేదు. నూరేళ్ళ కిందట భావనాశక్తి గల కొందరు ఈ సాధనాన్ని తీసుకొని పరిశోధనా ప్రయోగాలు చేయడం మొదలుపెట్టారు. అయితే దీన్ని 'ఆచరణయోగ్యం చేయడ మెలాగ?' అనే సమస్య వారు పరిష్కరించలేక పోయారు. చిట్టచివరకి 1890 ప్రాంతంలో స్వీడను దేశీయుడైన 'డి-

లావెల్' అనే శాస్త్రజ్ఞుడూ, ఇంగ్లండు దేశీయుడైన 'పార్సన్సు' అనే శాస్త్రజ్ఞుడూ, ఎవరికివారు విడివిడిగా వాళ్ళవాళ్ళ పద్ధతులలో కృషిచేసి ఆచరణయోగ్యమైన ఆవిరిటర్బయిన్ నమూనాలను తయారు చేశారు. ఈ ఇద్దరితోపాటు వీళ్ళకి ప్రాచీనులూ,అర్వాచీనులూ అయిన మేధావులందరి కృషీ ఫలించింది. అందువలన ఆధునిక ఆవిరి టర్బయిన్ యంత్రం ఉద్భవించింది. ఇది నాలుగు లక్షల అశ్వాలశక్తిని ఉత్పత్తి చేయగలదు. అంటే ఒకేఒక అద్భుతయంత్రం నాలుగులక్షల గుర్రాలు చేసే పనిని చేయగలదన్నమాట!

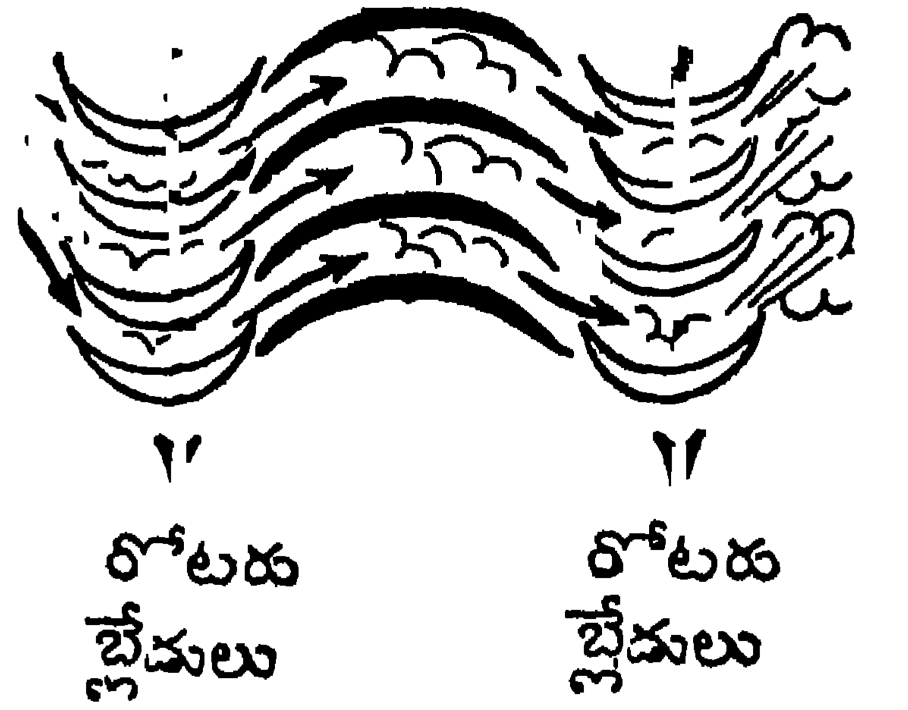
ఒక సాధారణమైన ఆవిరి టర్బయిను బొమ్మను ఈ పుటలో పొందుపరుస్తున్నాం. యంత్రదండంమీద ఒక 'రోటరు' చక్రాన్ని నిలబెడతారు. దీనికి వెలుపలి అంచున ఎన్నో వంపులు తిరిగిన చిన్న 'బ్లేడు' లుంటాయి. నాజిల్ అనే పేరుగల సూచీముఖాలు ఆవిరిసెల్లు వలని ఈ బ్లేడులవైపు తిప్పుతాయి. అందువల్ల రోటరుచక్రం మహత్తర వేగంతో తిరుగుతుంది. ఈ చక్రభ్రమణాన్ని రోటరు యంత్ర దండంనుంచి 'గేరు'లద్వారా తీసుకొనిపోయి యితర యంత్రాలనుగాని ఎలెక్ట్రిక్ జెనరేటర్లనుగాని త్రిప్పడానికి వినియోగించవచ్చు.



ఆధునిక టర్బయిన్ యంత్రంలో బ్లేడులున్న చక్రం ఒకే ఒకటి ఉండదు. అటువంటి వలయాలు చాలా ఉంటాయి. వాటి నన్నిటినీ ఒక్క యంత్రదండంపైన బిగిస్తారు. అందుచేత అన్నీ కలిసి పరిభ్రమిస్తాయి. రెండు రోటరు చక్రాల మధ్య ఒక నిశ్చలమైన 'రింగు' ఉంటుంది. రోటరు చక్రంలోని 'బ్లేడు'లు ఏవైపు ఉంటాయో వాటికే వ్యతిరేకమైన దిశలో ఈ 'రింగు' చాలా బ్లేడులు వుంటాయి.

మొదటి వలయంలోనికి ఆవిరి ప్రవేశించి రోటరు చక్రానికి మహత్తర చక్రభ్రమణాన్ని కలిగించిన తరువాత వ్యతిరేకమైన దిక్కులో ప్రవహిస్తుంది. అప్పుడు అది స్థానికంగా ఉండే నిశ్చలమైన రింగున కుండే 'బ్లేడు'ల ద్వారా ప్రసరించి గతిని మార్చుకొంటుంది. అందుచేత రెండవ వలయంలోని బ్లేడులను బలంగా ఒరుసుకొని ప్రవహించడానికి వీలవుతుంది. ఈ విధంగా టర్బయినులో ఆవిరి వంకరటింకరగా పయనించి రోటరుచక్రంబ్లేడులను కదిలించి, నిశ్చలమైన బ్లేడులలో గతిని మార్చుకొని గమించి, మళ్ళీ గతి మార్చుకొని రెండవ చక్రంలోని బ్లేడులను కదిలించి సాగుతూ ఉంటుంది. ఈ పద్ధతివలన ఆవిరిలో ఉన్న శక్తిని అత్యధికంగా వినియోగించుకొనడానికి వీలవుతుంది.

ఆధునిక టర్బయిను యంత్రాలలో, చదరపు అంగుళానికి రెండువేలా అయిదువందల పౌన్ల ఒత్తిడితో ఆవిరి ప్రవేశిస్తుంది. అంటే రోటరు బ్లేడుల ఉపరితలంపైన ప్రతి చదరపు అంగుళం మేరా రెండువేలా అయిదువందల పౌన్ల పరిమాణంలో చలన శక్తి ద్యోతకమయ్యేటంత బలంగా ఆవిరి అణువులు దాడిచేస్తాయన్నమాట. నిముషానికి పదివేలసారులు రోటరుచక్రం పరిభ్రమించడానికి అవకాశముంది.

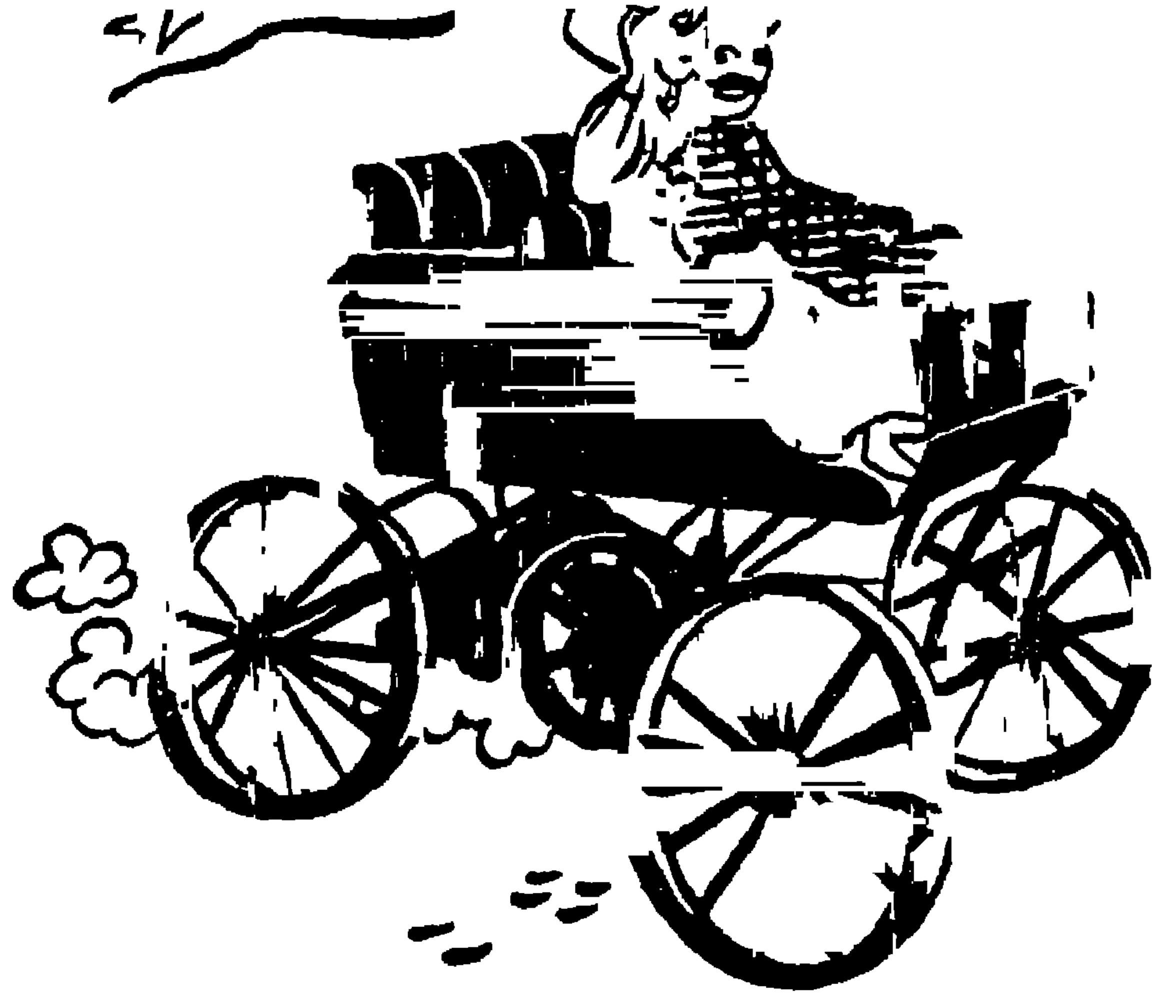




4,00,000 అశ్వశక్తి ఆవిరి టర్బయిను



మొదటి అంతర్దహన యంత్రం

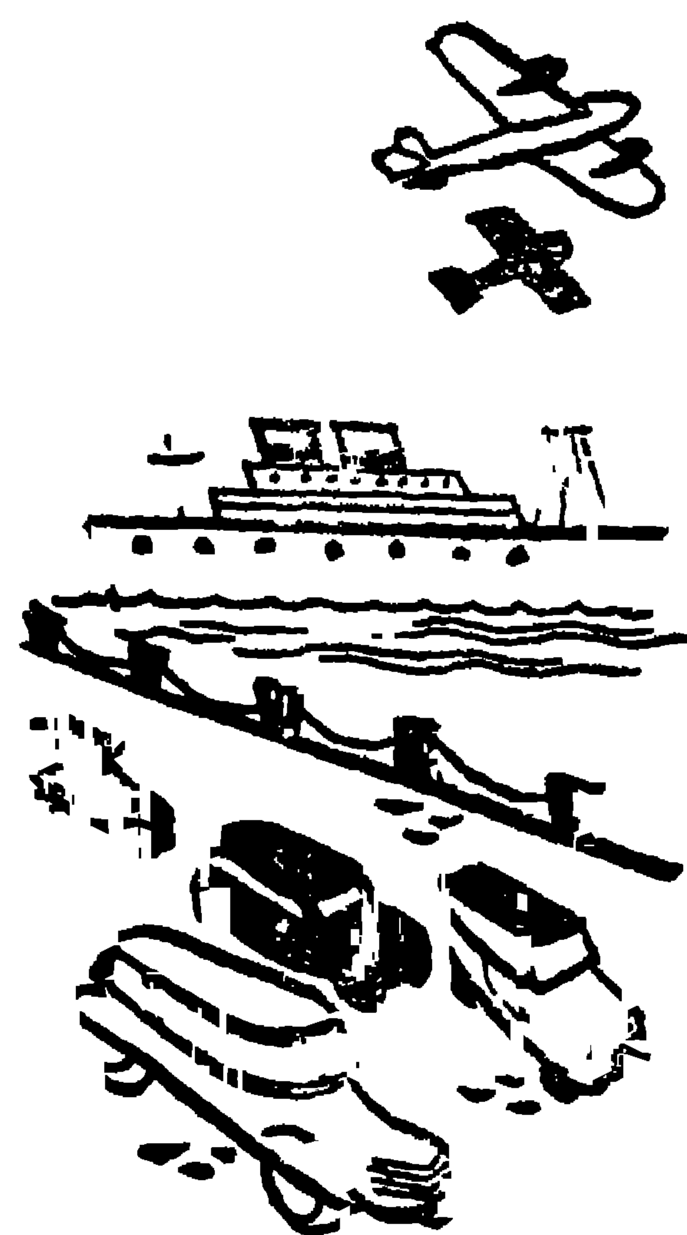


ఆవిరి యంత్రాలనూ, టర్బయినులనూ 'బాహ్యాదహన' యంత్రాలని పిలుస్తారు. ఎందుకంటే, యంత్రాన్ని నడిపించే అగ్ని యంత్రానికి వెలుపలనే సంభవిస్తుంది. దీనికి విరుద్ధంగా ఆధునిక మోటారు కార్లను నడిపేశక్తిని ఉత్పత్తిచేసే యంత్రాన్ని 'అంతర్దహన యంత్రం' అంటారు.దీనిలో శక్తినిచ్చే అగ్ని యంత్రం లోపలనే సంభవించడంవల్ల ఇలా పిలుస్తారు. పెట్రోలుగాని, తదితర ఇంధనాలుగాని ఇంజను సిలిండరులలో గాలితో సంయోగంచెంది జ్వలన మొందడంవలన ఈ అగ్ని ఏర్పడుతుంది. సిలిండరులలో ఉత్పన్నమయ్యే ఒత్తిడి పిస్టనులను కదిలిస్తుంది. ఈ చలనమే చక్రాలు తిరగడానికి కావలసిన శక్తిని ప్రసాదించి మోటారుకారుని నడుపుతుంది.

చరిత్రకెక్కిన మొదటి అంతర్దహన యంత్రం చుట్టుప్రక్కల ఉండటం చాలా ప్రమాదకరమని చెప్పాలి. ఏమంటే, దానితో పెట్రోలు, తత్తుల్యమైన ద్రావకాల బదులుగా తుపాకిమందుని ఉపయోగించేవారు. ఈ యంత్రాన్ని 1680 లో నిర్మించారు. దానితో పరిశోధనలు చేసిన సాహసికుడు డచ్చి వాడు. ఆ శాస్త్రజ్ఞుని పేరు క్రిస్టియన్ హ్యూజనుస్. అతడు నిర్మించిన యంత్రాన్ని వేడుకగా పరిగణించాలే తప్ప దానివల్ల ప్రయోజనం ఆశించకూడదు. ఏమంటే, సిలిండరులో నిరంతరం ముందువెనుకలకు పిస్టను చలించడానికి అనువుగా యీ యంత్రంలో మందు దట్టించి ప్రేల్చడం కష్టసాధ్యమైన కార్యం; అంతే కాదు, ప్రమాదభూయిష్ఠమైనది కూడా.

హ్యూజన్స్ నిర్మించిన తుపాకి మందు యంత్రం

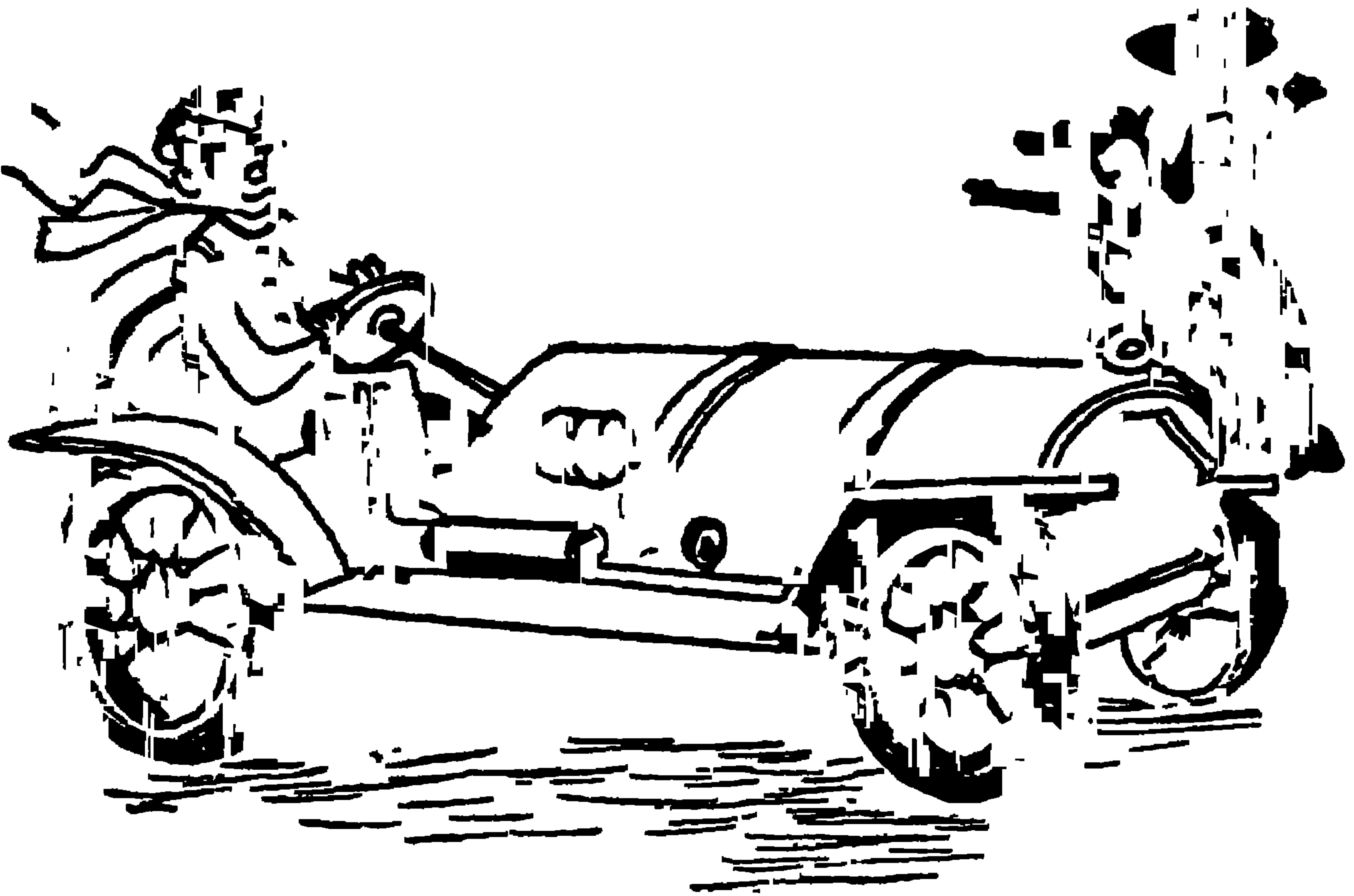
వాస్తవానికి మరొక పదేళ్ళు పోయాక, డెన్నిస్ పాపిన్ అనే శాస్త్రజ్ఞుడు ఈ యంత్రంలో ప్రమాదకరమైన తుపాకిమందుకు బదులు సులభంగా ఉపయోగించి, ఉపసంహరించడానికి వీలైన ఆవిరిని వినియోగించాలని తీర్మానించుకున్నాడు. ఆ తరవాత కొద్దికాలంలోనే పరస్పర చలనమున్న పిస్టనులు వాడిన ఆవిరియంత్రాలను నిర్మించి ఉపయోగించడం ప్రారంభమైంది. పూర్వమే కనిపెట్టిన అత్యంత ప్రముఖ విషయాన్ని చాలాకాలం, బూజుపట్టేటట్టు, ముట్టుకోకుండా వదిలివేయడానికి ఇది మరొక ఉదాహరణ.

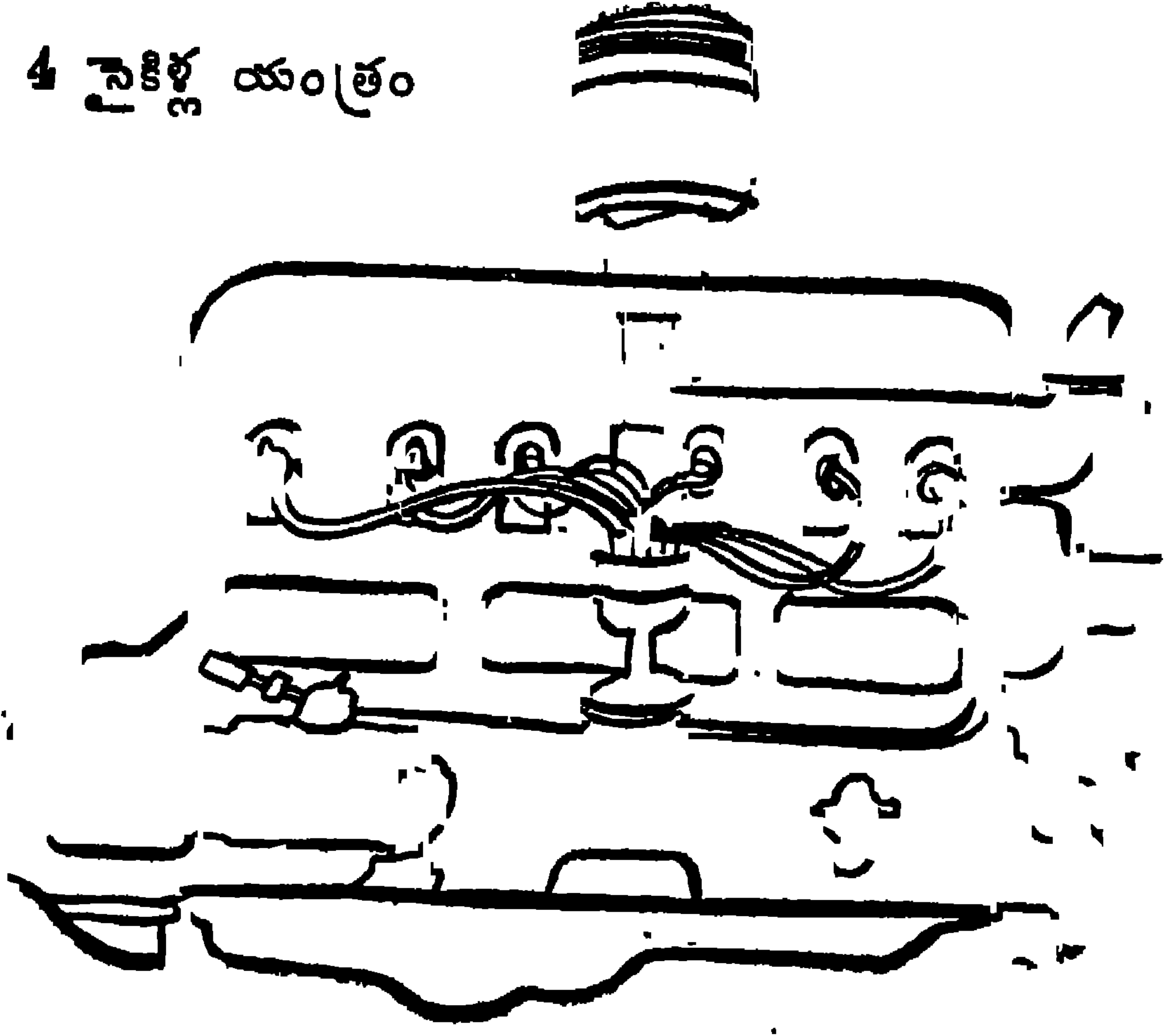


రమారమి రెండువందల సంవత్సరాలు గడిచిన తరువాత మానవులు మళ్ళీ అంతర్దహన యంత్రాలవైపు తమ నిర్మాణాత్మకమైన దృష్టిని మరలించారు. ఆ తరవాత అతికొద్దికాలంలోనే, అంటే వంద సంవత్సరాలకన్నా తక్కువ వ్యవధిలోనే ఈ యంత్రం ఉన్నతస్థితిలోనికి వచ్చింది. ఇది మన ఆధునిక ప్రపంచంలో అతి సర్వసాధారణమైన జీవితావసర వస్తువుకింద పరిణమించింది. ట్రంకురోడ్లపైన, ఆకాశ మార్గాలలో, సముద్ర తరంగాలమీద, రాత్రీ పగలూ, వేలాది మానవులు వేగంగా పురోగమించడం ఈ అంతర్దహనయంత్రాలయందున్న సిలిండర్లలోని నిరంతర మహోద్వేగ పునఃపున ర్దహనక్రియా కలాపాల వల్లనే సాధ్యమవుతూంది. పొలాలు దున్ని సేద్యం చేయడానికి, భూమిలోంచి జలాలనీ, తైలాలనీ తోడడానికీ, ఎలెక్ట్రిక్ జనరేటర్లను నడపడాని , సువిశాలమైన రోడ్లు నిర్మించడాని , ఆకాశాన్ని అందుకొనే సౌధాలను స్థాపించడాని కావలసిన శక్తిని ఈ యంత్రాలు ప్రసాదిస్తాయి. మానవుణ్ణి సేవించడంలో ఈ యంత్రం ఎన్నెన్ని విధాలుగా ఉపయుక్తమవుతూందో జాబితా వేస్తే అది లెక్కలేనన్ని పేజీలను ఆక్రమిస్తుంది.

1890 నాటికే అంతర్దహనయంత్రం అనే ఈ నూతన సాధనంపై చాలా దేశాలలోని మేధావులు తదేకంగా కృషి చేయడం మొదలుపెట్టారు. ఇరవయ్యో శతాబ్దం ప్రారంభమయిన వెంటనే, అంతర్దహన యంత్రాన్ని విస్తారంగా ఉపయోగించే మోటారుకారుల

పరిశ్రమ వృద్ధిచెందసాగింది. మోటారుకార్ల భాగాలపైన 'ఓల్డ్స్', 'బ్యూక్', 'ఫోర్డు', 'పేకార్డు', 'కాడిలాక్' మొదలైన ప్రసిద్ధమైన పేర్లు అప్పటికే అమెరికాదేశంలో కనిపించసాగాయి. యూరోపు దేశాలలో పరిశ్రమ ప్రారంభకులైన 'డయమ్‌లెర్', 'బెంజ్', 'పన్‌హార్డు', 'లెవస్సర్', 'రాయ్‌స్' మొదలైనవాళ్ళ పేర్లు సుప్రసిద్ధమైనవి. వీళ్లూ, తదితర కార్ల పారిశ్రామికవేత్తలూ అంతర్దహనయంత్రాలను ఉపయోగించే వ్యక్తులు మాత్రమే కాదు; మన కృతజ్ఞతకు అన్నివిధాలా అర్హులు. వీరంతా చేసిన అభివృద్ధివల్లనే ఈ యంత్రం ఈనాడు మానవ జాతికి నమ్మినబంటుగా రూపొందింది. అందుకే వారికి మనం ధన్యవాదాలు అర్పించాలి.





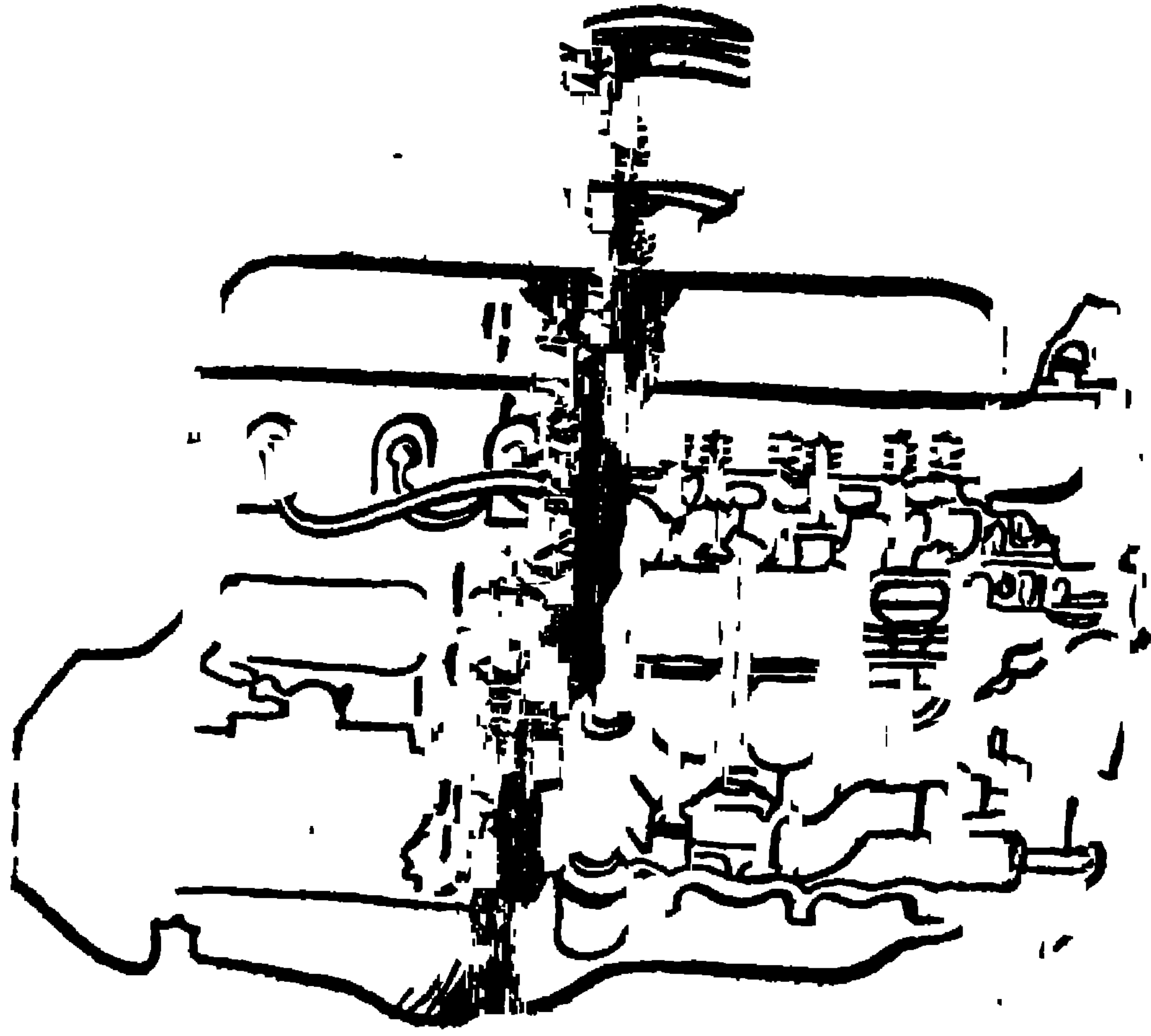


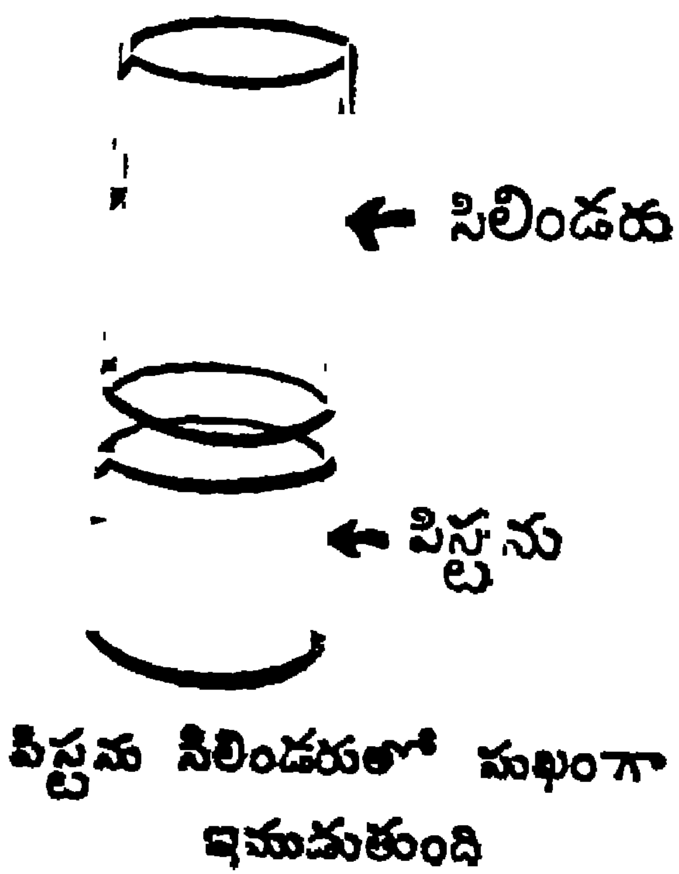
అంతర్దహన యంత్రం ఎలా పనిచేస్తుంది?

కొన్నివిధాలలో అంతర్దహన యంత్రం పిస్టను-సిలిండర్లతో పనిచేసే ఆవిరియంత్రాన్ని సరిపోలుతుంది. రెండింటిలోనూ సిలిండరులోని ఒత్తిడే పిస్టనును కదిలిస్తే, ఆ చలనాన్ని కలుపుడు కడ్డీద్వారా యంత్రదండంపై ఉన్న క్రాంకుకు రవాణాచేసి యంత్రదండాన్ని పరిభ్రమింప జేయడం జరుగుతుంది. అయితే ఆవిరియంత్రంలో యీ ఒత్తిడి బయట సంభవించిన అగ్ని, లేక దహనచర్యవల్ల ఉత్పన్నమై ప్రవేశిస్తుంది. అంతర్దహన యంత్రంలోమాత్రం ఇంజనులోని సిలిండరులోనే సంభవించిన అగ్ని, లేక దహనచర్యవల్ల జరిగిన ఒత్తిడి లభ్యమవుతుంది.

అంతర్దహనయంత్రం ఎలా ఉంటుందో చూడదలచుకుంటే దగ్గరలో ఉన్న మోటారుకారు ముందరిభాగాన్ని పైకెత్తితే చాలు. కాని, బయటనుంచి చూసినంతమాత్రాన, ఇంజను దేనివల్ల పని చేస్తుందో అవగాహన చేసుకోలేము. అందుకోసం మనం ఇంజను అంతర్భాగాలను పరిశీలించాలి. ప్రక్క-పేజీలో చూపెట్టిన బొమ్మలను పోలినవాటిని పరికించాలి. అయితే ఈ బొమ్మలో చాలా విషయాలను చూపెట్టడంవల్ల, ఇంజన్ల పరిచయం లేనివాళ్ళకి ఇదికూడా అంతు చిక్కదు.

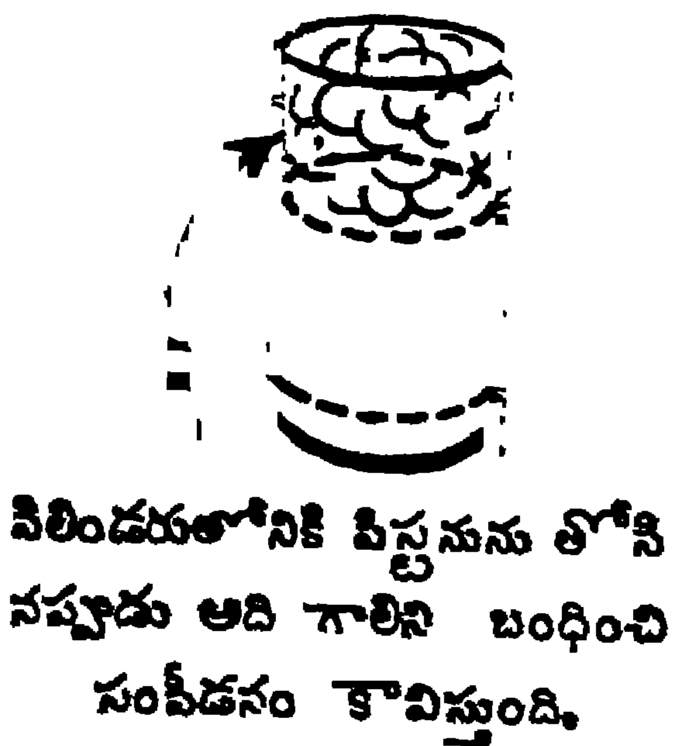
● అంతర్దహనయంత్రం ఎలా పనిచేస్తుంది?





పిస్టను సిలిండరుతో సుఖంగా ఇముడుతుంది

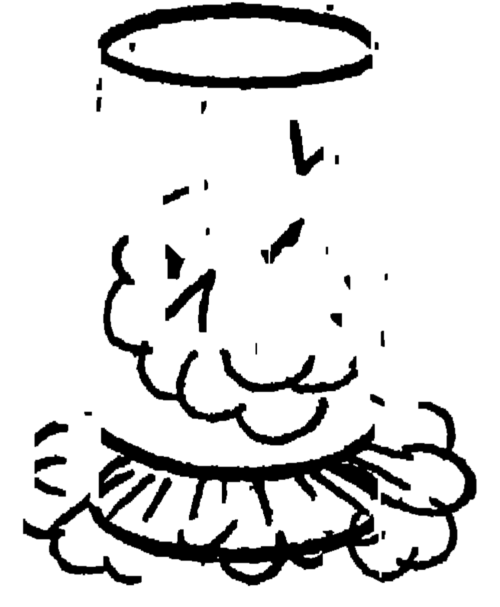
కాబట్టి మొదట ఒక సిలిండరు, ఒక పిస్టనుతో మొదలు పెడదాం. సాధారణంగా మోటారుకార్ల ఇంజన్లలో ఆరుగాని, ఎనిమిది గాని సిలిండర్లు ఉంటాయి. అయితే అన్నిసిలిండర్లూ ఒకలాగే ఉంటాయి కనుక, ఒక సిలిండరు గురించి తెలుసుకుంటే ఇంజను సర్వస్వాన్నీ బోధ పరుచుకోగలం.


సిలిండరులోనికి పిస్టనును తోసి నప్పుడు అది గాలిని బంధించి సంపీడనం కావిస్తుంది.

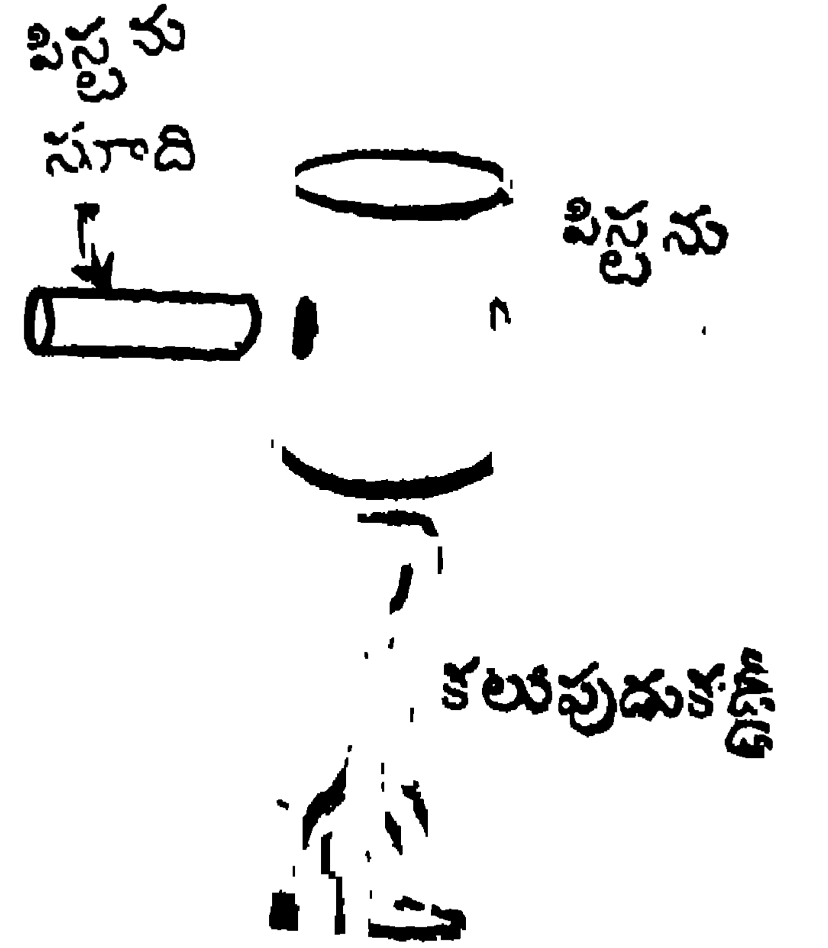
అడుగుభాగాన్ని కోసిపారేసిన రేకుడబ్బాతో ఇంజను సిలిండరును సరిపోల్చవచ్చు. పిస్టను దానికన్నా కొద్దిగా చిన్న పరిమాణంలో ఉంటుంది. ఇంజను సిలిండరులో ఈ పిస్టను సుఖంగా ఇముడుతుంది సిలిండరులోనికి పిస్టనును తోసినప్పుడు అది గాలిని బంధించి సంపీడనం కావిస్తుంది. ఈ సంపీడిత పవనంలో పెట్రోలు-ఆవిరి ఉందని భావించుకోండి. ఒక్క నిప్పురవ్వ మెరిస్తే ఏం జరుగుతుందో సులభంగా చూడగలం. పెట్రోలు-ఆవిరి ప్రేలి పిస్టనును కిందికి తొయ్యడం జరుగుతుంది. ఇంజను సిలిండరులో ఈ సంఘటనలు పునరావృత్తమవుతూ ఉంటాయి. పెట్రోలు ఆవిరినీ, మామూలు గాలినీ సంపీడనం కావిస్తూ పిస్టను మీదికి కదులుతుంది; నిప్పురవ్వ జనించి పిస్టనును క్రింది

తోయ్యడానికి వీలుగా ప్రేలుడు కార్యానికి కారణభూత మవుతుంది.

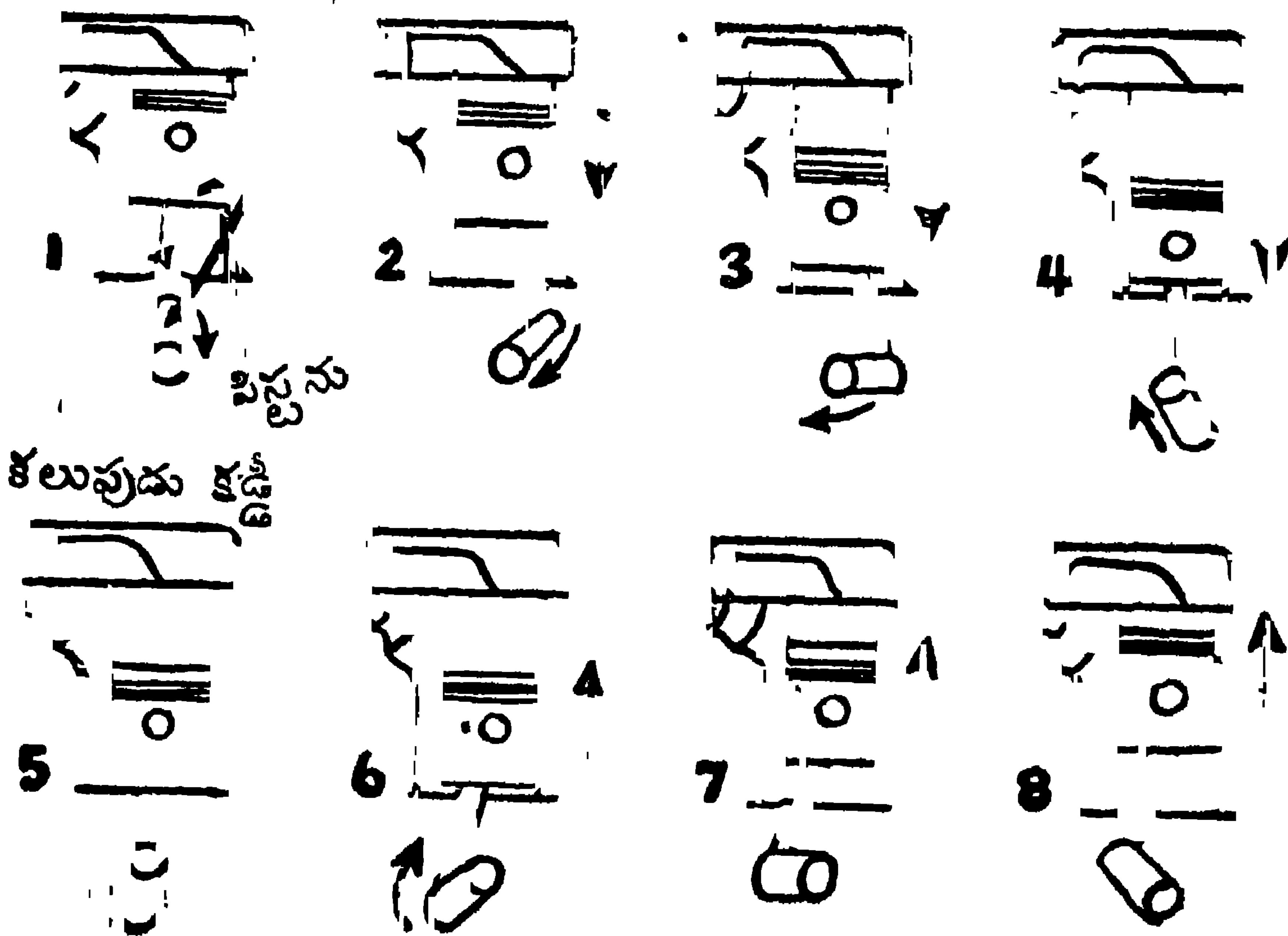
ఆవిరియంత్రంలో మార్చినట్లే ఈ అంతర్దహన యంత్రంలో కూడా పిస్టను కింది మీదికీ కదిలితే ఆ చలనాన్ని చక్రభ్రమణంగా మార్చడం జరుగుతుంది. పిస్టనును ఒక కలుపుడుకాడకి అతుకుతారు. ఇంజను యంత్రదండంపై ఉన్న క్రాంకుమేకుకి కలుపుడుకాడ రెండవ కొసని అతుకుతారు. సిలిండరులో జరిగిన ప్రేలుడువల్ల పిస్టను కిందికి తోయ్యబడ్డాక ఆ త్రోపుడుశక్తిని కలుపుడు కాడద్వారా క్రాంకు మేకుకి రవాణా చేయడం జరుగుతుంది. ఇది క్రాంకుషాఫ్టుని, అనగా యంత్రదండాన్ని తిప్పుతుంది. క్రాంకుషాఫ్టు చక్రభ్రమణం కొన సాగుతూ ఉంటే క్రాంకుమేకు మళ్లా సిలిండరులో పిస్టనును ఎగసన తోస్తుంది. ఈ క్రియా పరంపరనే క్రిందను చిత్రించాం.

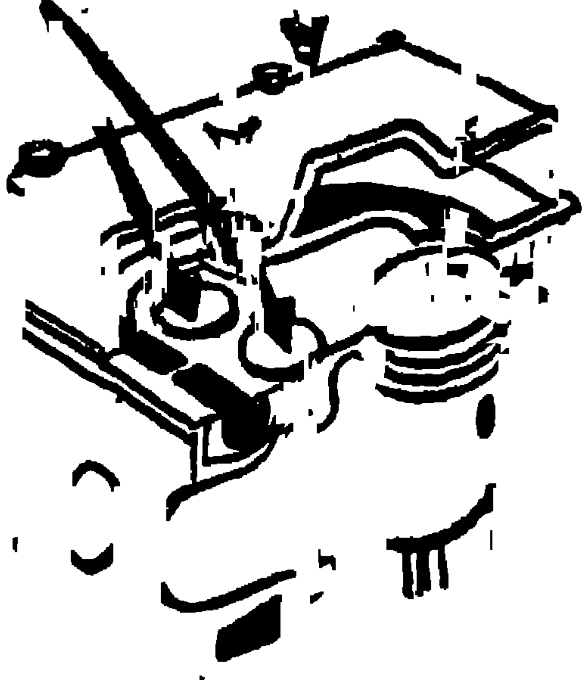


ప్రేలుడు పిస్టనును కిందికి తోస్తుంది.



పిస్టను నిరంతరం కింది మీదికీ కదులుతూ ఉండడానికి సిలిండరు లోనికి పెట్రోలు ఆవిరినీ, గాలినీ కలిపిన 'ఛార్జి'లను ఎడతెగకుండా సరఫరా చేయాలి. ఈ ఛార్జిలను నిరంతరం రవ్వలతో పేల్చాలి. ప్రేలుడువల్ల జనించే దగ్ధవాయువుని సిలిండరులోంచి ఖాళీ చేయాలి.

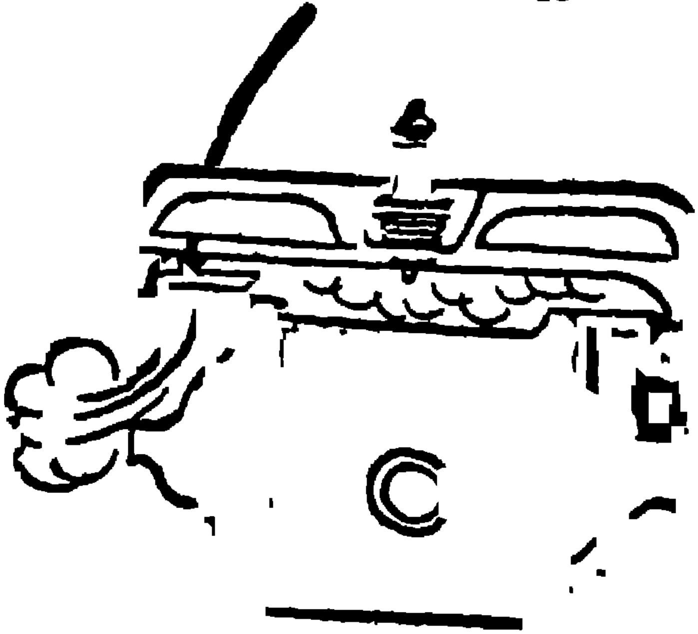




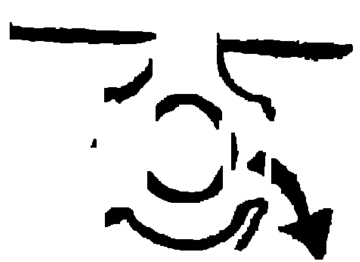
సిలిండరులోనికి నిరంతరంగా ఛార్జింగూ, దగ్ధవాయువును వెలువరించడమూ వాల్వులద్వారా సాధ్యమవుతుంది. సిలిండరు పై భాగాన రెండు వాల్వులు ఉంటాయి. ఒకదాన్ని 'ఇన్-టేక్ వాల్వు' అంటారు. ఇది పెట్రోలు-ఆవిరినీ, గాలినీ లోనికి ప్రవేశపెడుతుంది. రెండో వాల్వుని 'ఎగ్జాస్టు వాల్వు' అంటారు. ఇది దగ్ధవాయువు సిలిండరులోంచి బయటికి పోవడానికి మార్గమవుతుంది.

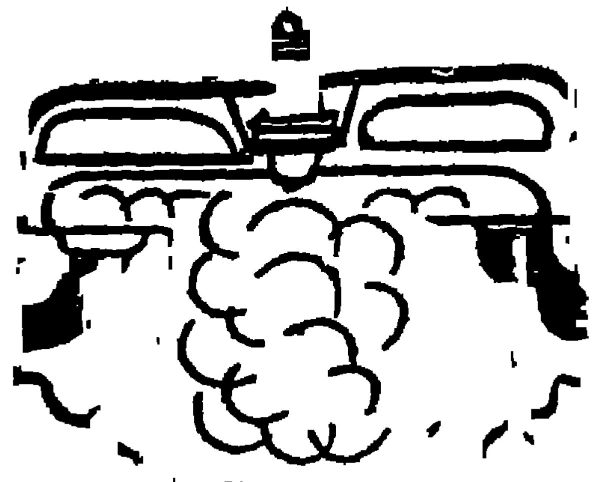
ప్రతి వాల్వూ బల్లపరుపుగా ఉండే గుండ్రని ఉక్కు-బిళ్ళ. ఇదిపొడుగాటి లోహకాండంపైన ఉంటుంది. ప్రతి బిళ్ల సిలిండరుపై ఉన్న రంధ్రానికి సరిగ్గా సరిపోయే కొలతలో ఉంటుంది. వాల్వు ఆసీనమై వున్నప్పుడు అది ఈ రంధ్రాన్ని మూసివేస్తుంది. లేచినప్పుడు రంధ్రాన్ని తెరచి, పెట్రోలు-వాయువూ పయనించడానికి అవకాశాన్ని కల్పిస్తుంది.

ఇంజను సిలిండరులో వాల్వులూ, పిస్టనూ ఎలా ఉమ్మడిగా పనిచేస్తాయో బోధపరచుకొనడానికి ఈ దిగువనూ, ప్రక్కపుటలోనూ పొందుపరచిన నాలుగు బొమ్మలూ తోడ్పడతాయి. మొదటి చిత్రం ఇన్ టేక్ ప్రారంభాన్ని చూపిస్తుంది. ఎడమచేతివైపునున్న ఇన్ టేక్ వాల్వు తెరుచుకొని ఉంది. పిస్టను కిందికి కదులుతూంది. పెట్రోలు ఆవిరీ, సాధారణ వాయువుల సమ్మిళితం వాల్వును దూసుకొని సిలిండరులోనికి ప్రవహించి, కిందికి దిగుతున్న పిస్టను వదిలిపెట్టిన ఖాళీని పూరిస్తోంది.



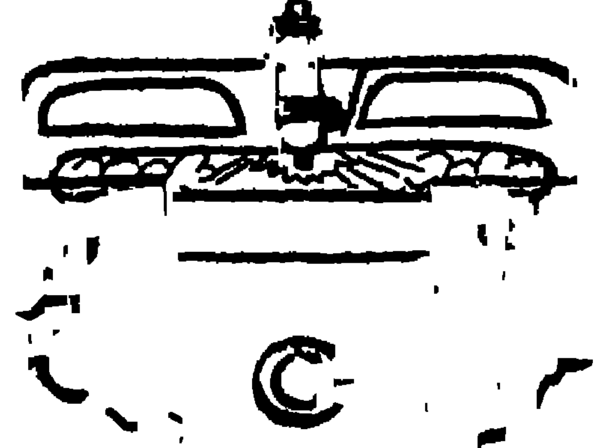
పిస్టను కిందికి దిగుతూవుండగా సిలిండరునిండా పెట్రోలు ఆవిరీ, సాధారణ వాయువుల సమ్మిళితం నిండిపోతుంది. పిస్టను అట్టడుగుకి చేరుకోగానే 'ఇన్ టేక్ వాల్వు' మూసుకుంటుంది. పిస్టను మీదికి పయనించడం ప్రారంభిస్తుంది. సమ్మిళిత పదార్థం సంపీడనాన్ని పొందుతుంది. పిస్టను ఉచ్చస్థితిని చేరుకోగానే సమ్మిళితపదార్థం బాగా ఒత్తుకుపోయి పూర్వమున్న పరిమాణానికి ఎనిమిదవవంతులో ఇముడవలసి వస్తుంది.



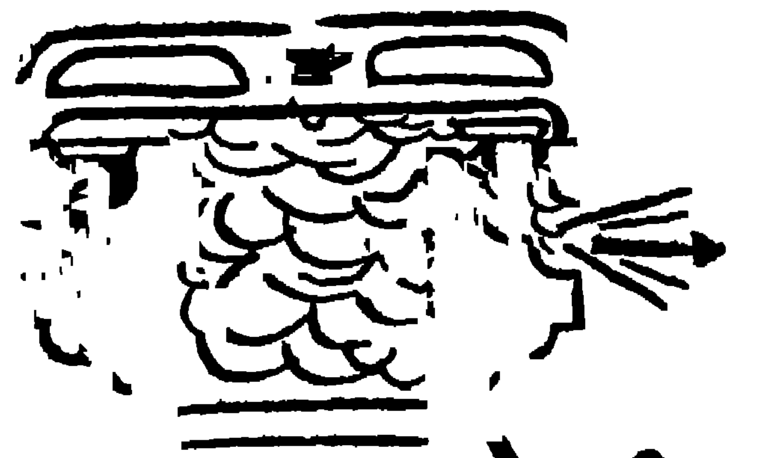


తరవాత, సిలిండరు పైభాగాన ఉండే స్పార్కు-ప్లగ్గు దగ్గర ఒక ఎలెక్ట్రిక్ స్పార్కు ఎలెక్ట్రిక్ రవ్వ జనిస్తుంది. పెట్రోలు ఆవిరి పేలుతుంది. దీనిని శాస్త్రీయ పరిభాషలో జ్వలన మంటారు. ఇది నాలుగవ ప్రకరణంలో విశదీకరించిన దహనచర్య. ఇక్కడ చాలా త్వరితంగా జరుగుతుంది. పెట్రోలులో ఉండే కర్బనం, ఉదజనీ గాలిలో ఉన్న ఆమ్లజనితో సంయోగంచెంది కార్బను-డయాక్సయిడ్ CO_2 అణువులనూ, నీళ్ళ అణువులనూ H_2O సంభవింపజేస్తాయి. ఈ అణువులు త్వరితగతిలో భ్రమిస్తాయి. జ్వలన ఉష్ణోగ్రత అత్యధికంగా ఉంటుంది. అలా భ్రమించే అణువులు పిస్టనుతలపైన దాడిచేస్తాయి, రెండు టన్నులకన్నా ఎక్కువ శక్తితో పిస్టనును కిందికి తోస్తాయి. అంటే ఇది ఉన్నట్టుండి దానితలపైన నాలుగు వేల పౌన్ల బరువు పెట్టిన దాంతో సమానం. అణువుల దాడి ఎంత ఉధృతంగా ఉంటుందో మీరు ఊహించుకోవచ్చు.





పిస్టనుపైనున్న ఈ త్రోపుడును కలుపుడు కాడద్వారా క్రాంకు మేకుకి బదిలీచేసి ఇంజను క్రాంకుషాప్టు పరిభ్రమించేటట్టు చేయడం జరుగుతుంది. మోటారుకార్లలో ఈ చక్రభ్రమణాన్ని షాఫ్టులద్వారా, గేరులద్వారా కారుచక్రాలకి రవాణా చేస్తారు. దానివల్ల చక్రాలు తిరిగి, కారు కదులుతుంది.



పిస్టను కిందికి చేరుకొని మళ్ళీ పైకి కదులుతూ ఉండగా ఎగ్జాస్టు వాల్వు తెరుచుకొంటుంది. పైకి కదులుతున్న పిస్టను దగ్ధవాయువుని సిలిండరు బయటికి వెళ్ళగొడుతుంది.

పిస్టను పైభాగాన్ని మళ్ళీ చేరుకోగానే ఎగ్జాస్టు వాల్వు మూసుకొని, ఇన్‌టేక్ వాల్వు తెరుచుకుంటుంది. మళ్లీ పూర్వం జరిగిన కలాపమంతా, అంటే, సమ్మిళిత పదార్థ ప్రవేశం, సంపీడనం, ప్రేలుడు, దగ్ధవాయునిర్గమనం అన్నీ యథావిధిగా పునరావృత్త మవుతాయి. ఇంజను ఆడుతున్నంతసేపూ ఈ నాలుగు కార్యాలూ ఒకదాని తరవాత ఒకటి నిరంతరం జరుగుతూనే ఉంటాయి.





వాల్వులు ఎలా పనిచేస్తాయి?

ఒక వాల్వునీ, అది పనిచేయడానికి ఉపకరించే ఇతర భాగాలనీ ఈ బొమ్మ చూపిస్తుంది. వాల్వు మూసుకొని ఉన్నప్పుడు, వాల్వు స్ప్రింగు గట్టిగా వాల్వు ఆసీనమయ్యేట్టు చూస్తుంది. అందువల్ల పెట్రోలుగాని, గాలిగాని సిలిండరులోనుంచి ఏమాత్రం కారిపోవడానికి వీలుండదు. అయితే అవసరమైన సమయంలో వాల్వు తెరుచుకోవాలి. ఇది 'కేమ్ షాఫ్టు'వల్ల సాధ్యమవుతుంది. దీనిలో చిత్రమైన ఆకారంలో 'కేమ్' అనే భాగముంటుంది. దీనికి చెవితమ్మెలాంటి బొడిపి ఉంటుంది. ఇంజను క్రాంకుషాఫ్టు తిరిగినప్పుడల్లా కేమ్‌షాఫ్టు కూడా తిరుగుతుంది. ఎందుకంటే, ఆ రెండింటినీ ఉమ్మడిగా గేరులతో కలుపుతారు. కేమ్‌షాఫ్టు తిరిగినప్పుడు దాని బొడిపి కూడా వాల్వు లిఫ్టర్ కింద తిరుగుతుంది; దానిని పైకి తోస్తుంది. లిఫ్టరు పైకి లేవడంవలన వాల్వుకూడా తన ఆసనంలోనుంచి పైకిలేస్తుంది. తరువాత కేమ్‌షాఫ్టు పరిభ్రమణంలో 'వాల్వు లిఫ్టరు' క్రిందనుండి బొడిపి తప్పుకొనగానే వాల్వుస్ప్రింగు మళ్లా యథాప్రకారం ఆసీన మయ్యేటట్టు చేస్తుంది.

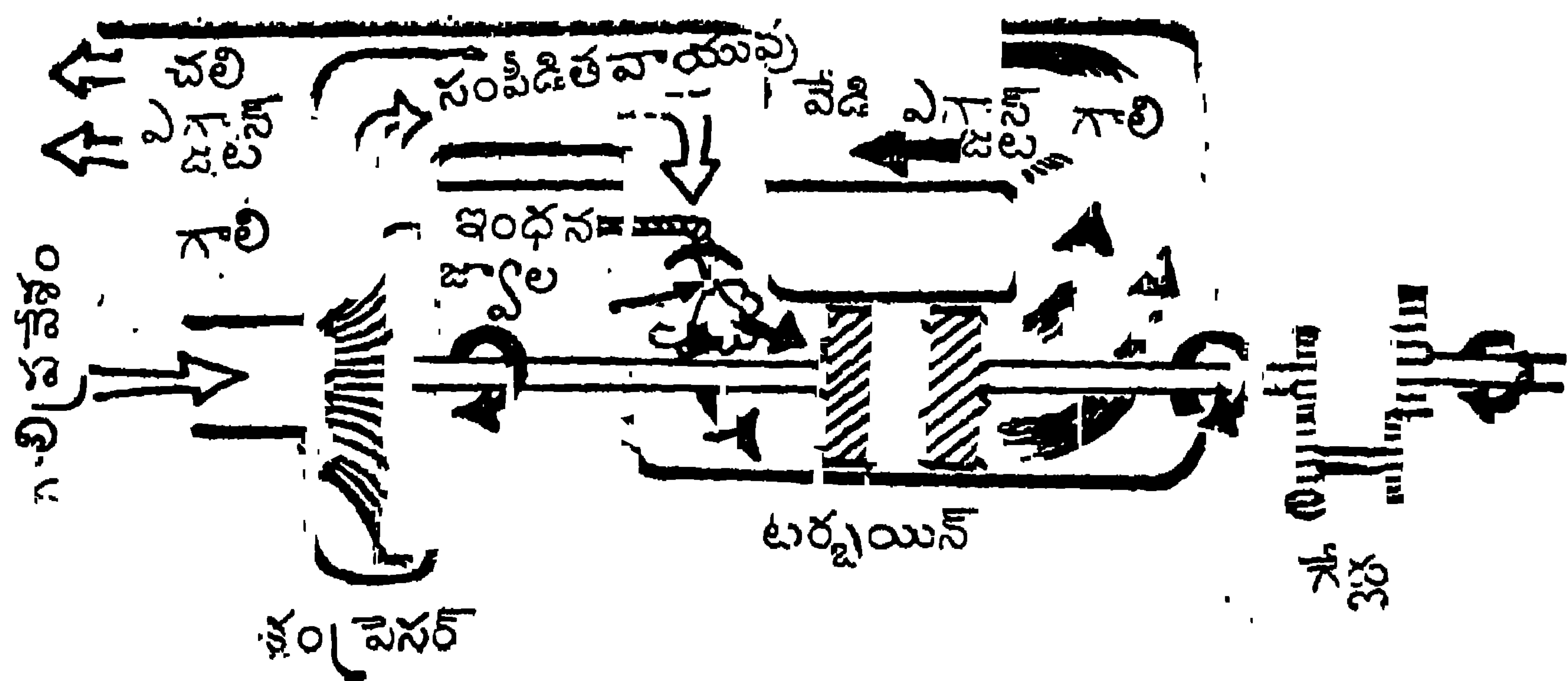
ఒక్కొక్క ఇంజను సిలిండరుకోసం కేమ్‌షాఫ్టులో రెండేసి కేములుంటాయి. ఒకటి ఇన్‌టేక్ వాల్వుకోసం, రెండోది ఎగ్జాస్టు వాల్వుకోసం ఉంటాయి. విశదీకరించినట్టు, కేమ్ బొడిపెలు నిర్ణీత సమయాల్లో ఇన్‌టేక్ వాల్వునీ, ఎగ్జాస్టు వాల్వునీ మూస్తూ తెరుస్తూ ఉంటాయి.

టర్బయిన్ ఇంజను

ఇప్పటిదాకా మేము వర్ణించిన పెట్రోలు యింజనులోని అంతర్భాగాలు చాలా గొడవ గొడవగా ఉన్నాయని మీరంటే ఒప్పుకోక తీరాలి. దానిలో పిస్టనులూ, కలుపుడు కాడలూ, వాల్వులూ, వాల్వు లిఫ్టర్లూ, మరెన్నెన్నో భాగాలుంటాయి. దీనికి వ్యతిరేకంగా టర్బయిన్ ఇంజను చాలా ముక్తసరిగా ఉంటుంది. దీనిని లారీలలోనూ, బస్సులలోనూ ఇప్పుడిప్పుడు ఉపయోగిస్తున్నారు. అచిరకాలంలోనే కొత్త

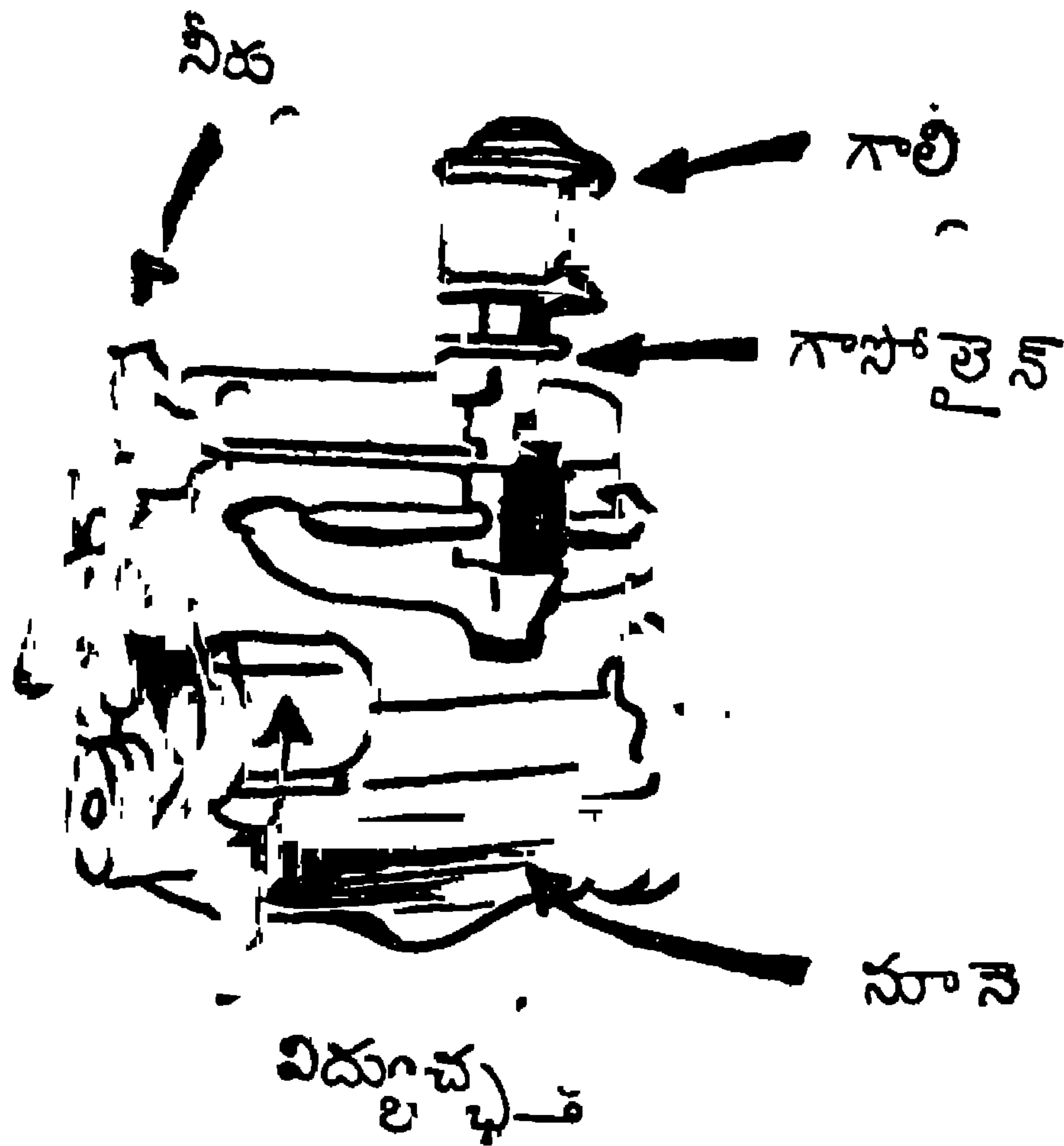
కార్లలో అత్యాధికంగా పిస్టను ఇంజన్లకు బదులు టర్బయిన్ ఇంజన్లను వాడవచ్చునని కొందరు ఇంజనీర్లు చెపుతున్నారు.

టర్బయిన్ ఇంజనులో ఒక కంప్రెసర్ ఉంటుంది. అది చాలా వేగంతో తిరుగుతూ ఉంటుంది. ఈ కంప్రెసరుకు ఉన్న బ్లేడులు తిరుగుతూ, గాలిని ఒక విశాలమైన గొట్టంలోంచి టర్బయిన్ భాగంలోనికి తరుముతాయి. ఆ గాలి టర్బయిన్ భాగంలోనికి ప్రవేశించడానికి ముందు దానిలో ఇంధనంజల్లు చిమ్మబడుతుంది. ఈ ఇంధనం పెట్రోలుగాని, కిరసనాయిలుగాని, ఇతర తైలాలుగాని కావచ్చు. ఈ ఇంధనం నిలకడగా మండుతూ ఉన్నత ఉష్ణోగ్రతలనీ, ఒత్తిళ్ళనీ ఉత్పత్తి చేస్తుంది. చిక్కగా సంపీడనం పొందిన వేడి వేడి వాయువులు టర్బయిను చక్రాలమీదుగా గుమ్మరించుకొని ఆ చక్రాలు గిరగిరా తిరిగేటట్టు చేస్తాయి. ఈ చర్య రమారమి ఆవిరి టర్బయిను యంత్రంలో సంభవించే చర్యలాగే ఉంటుంది. ఒక టర్బయిను చక్రం కంప్రెసరును తిప్పుతుంది. రెండవచక్రం గేరులను, షాఫ్టులను కదిలిస్తుంది. వీటిని కారుచక్రాలకి కలుపుతారు. ఈవిధంగా టర్బయిన్ చక్రాల పరిభ్రమణం కారుని కదిలిస్తుంది. టర్బయిన్ ద్వారా ప్రసరించిన వేడి ఎగ్జాస్టు వాయువులు కంప్రెసరునుండి మళ్ళీ గాలిగొట్టం నుండి బయటకు ప్రవహిస్తాయి. లోనికివచ్చే గాలిని ఈ వేడి ఎగ్జాస్టు గాలులు వెచ్చపెడతాయి. సంపీడిత వాయువుని వెచ్చపెట్టడం టర్బయిన్ సామర్థ్యాన్ని వృద్ధిచేస్తుంది.



10

పిస్టన్ ఇంజను నడుపుదల



పిస్టను పద్ధతి పెట్రోలు ఇంజన్లను గురించి ఇంకొంచెం చెప్పుకుందాం. ఏళ్ళ తరబడి ఈ ఇంజన్లని విరివిగా వాడుతూ వస్తున్నారు; లక్షల సంఖ్యలో ఇవి ప్రచారంలో ఉన్నాయి. నడవడానికి, ఈ ఇంజనుకు సాధారణ వాయువుతో సమ్మిళితం చెందిన పెట్రోలు ఆవిరిని సరఫరా చేస్తూఉండాలి. ఈ సమ్మిళిత పదార్థాన్ని జ్వలింపజేయడానికి ఈ ఇంజనులో ఎలెక్ట్రిక్ స్పార్కులుకూడా ఉండాలి. దహనచర్య వేడిమిని పుట్టిస్తుంది కనుక, ఇంజను వేడెక్కి పోకుండా, ఏదో శీతల పద్ధతితో దానికి చలువదనం చేకూరుస్తూ ఉండాలి. ఇంజనులో ఉండే తిరుగుడు భాగాలు తొందరగా అరిగిపోకుండా వాటికి కందెన వేసినట్టు తైలాలు సప్లయిచేయాలి.

గాలినీ, పెట్రోలునీ కలపడం

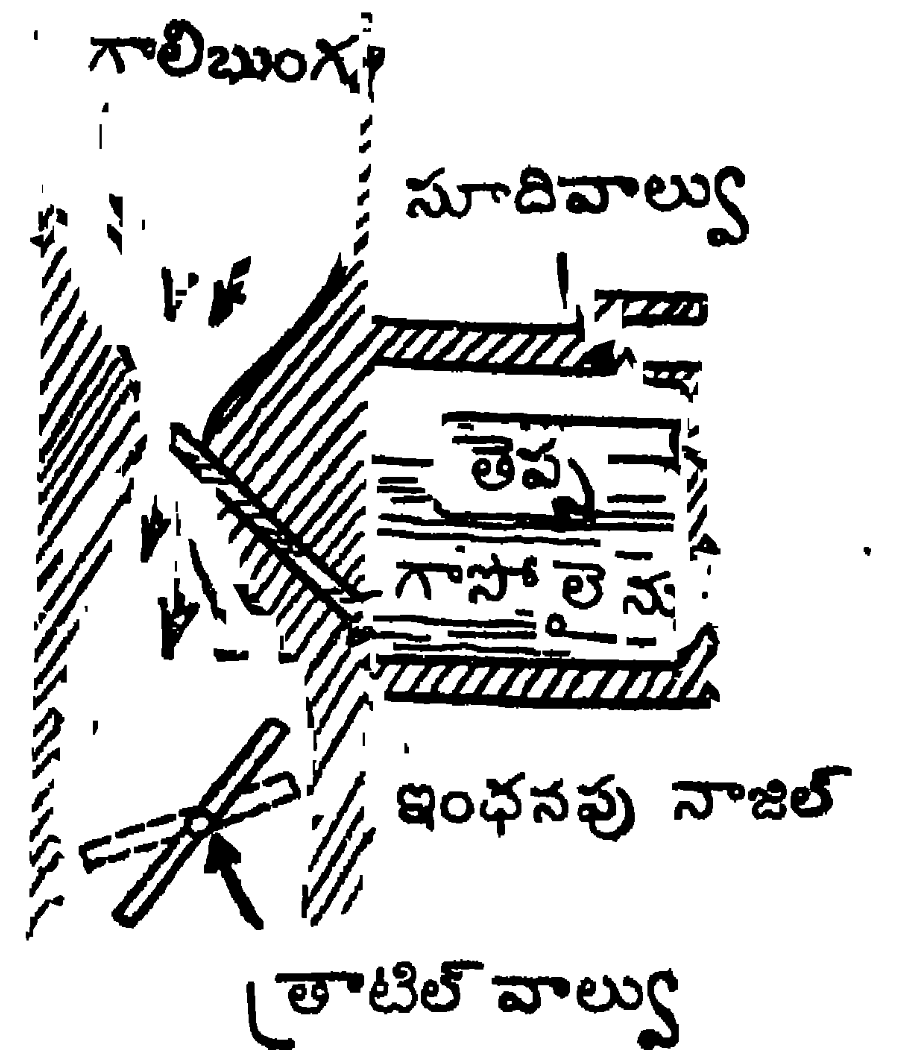
ఇంజను పైభాగాన కుదురుగా నిలిపిన కార్బ్యురేటరు, ఇంజను నడపడానికి అవసరమైన జ్వలనపదార్థంగా పెట్రోలునూ, సాధారణ వాయువునీ సమ్మేళన మొనరిస్తుంది. ఇంజను కొక ప్రక్కన ఏర్పాటు చేసిన పెట్రోలుపంపు కావలసిన పెట్రోలును 'పెట్రోలు టాంకు'లో నుంచి తీసుకొని కార్బ్యురేటరుకు బట్వాడా చేస్తుంది.

కార్బ్యురేటరులో ఒక ప్రక్కనున్న తెప్పగిన్నెలోనికి పెట్రోలు ప్రవేశిస్తుంది. ఈ తెప్పగిన్నె పూర్తిగా నిండిపోయాక ఒక లోహ

పరికరం సూదివాల్వుని రంధ్రంలోనికి లేవనెత్తి దానిని మూసివేస్తుంది. చమురుమట్టం కిందికి మళ్ళీ దిగిపోయేదాకా పెట్రోలు సరఫరా ఇంక జరుగకుండా ఇది వారిస్తుంది.

తెప్పగిన్నెలోంచి, తైలనాళం లేక చిన్న గొట్టంద్వారా పెట్రోలు పయనిస్తుంది. ఈనాళం కార్బ్యురేటరులోని గాలిబుంగలోఅంత మవుతుంది. ఈ బుంగ సాధారణమైన గుండ్రని గొట్టం. దీనిద్వారా గాలి ఇంజను సిలిండర్లలోనికి పయనిస్తుంది. తైలనాళాన్ని ఒరుసుకొని గాలి ప్రయాణం చేస్తున్నప్పుడు పెట్రోలు ద్రావకాన్ని అతి సూక్ష్మ బిందువుల రూపంలో గాలి సంగ్రహిస్తుంది. ఈ పెట్రోలు బిందువులు తొందరగా ఆవిరైపోతాయి. ఇంజను సిలిండర్లలోనికి ఇన్‌టేక్ వాల్వు ద్వారా ప్రవేశిస్తున్న గాలిలో ఈ ఆవిరి కలిసిపోతుంది.

గాలిబుంగ అడుగుభాగాన అమర్చిన త్రాటిల్ వాల్వు ఇంజను ఏమాత్రం శక్తిని ఉత్పత్తి చేయగలదో నిర్ణయిస్తుంది. కారులో డ్రైవరు కూర్చొనే భాగం దగ్గర కిందనుండే ఆక్సిలరేటర్ తొక్కుడు పట్టీకీ, ఈ త్రాటిల్ వాల్వు కమ్మీలద్వారా, కప్పీలద్వారా సంబంధం కలుపుతారు. వేగాన్ని ఎక్కువ చేద్దా మనుకొన్నప్పుడూ, మరికొంత ఎక్కువ శక్తిని యింజన్‌కు కలిగించదలచుకొన్నప్పుడూ డ్రైవర్ కింద నున్న ఆక్సిలరేటరును తొక్కుతాడు. ఇలాతొక్కడంవల్ల త్రాటిల్ వాల్వు తెరుచుకొంటుంది. దానిని అధిగమించి ఇంతకుముందుకన్నా ఎక్కువ పెట్రోలు—ఆవిరీ,గాలీ ఇంజనుసిలిండర్లలోకి పయనిస్తాయి. అందు వల్లసమ్మిళితపదార్థం జ్వలనమొందాక వచ్చే ఒత్తిడి మరింత ఎక్కువ అవుతుంది; కనుక పిస్టను కిందికి తొయ్యబడడంలో ప్రతితోపూ పూర్వంకన్న బలంగా ఉంటుంది. అందుచేత శక్తీ, వేగం వృద్ధి చెందుతాయి.

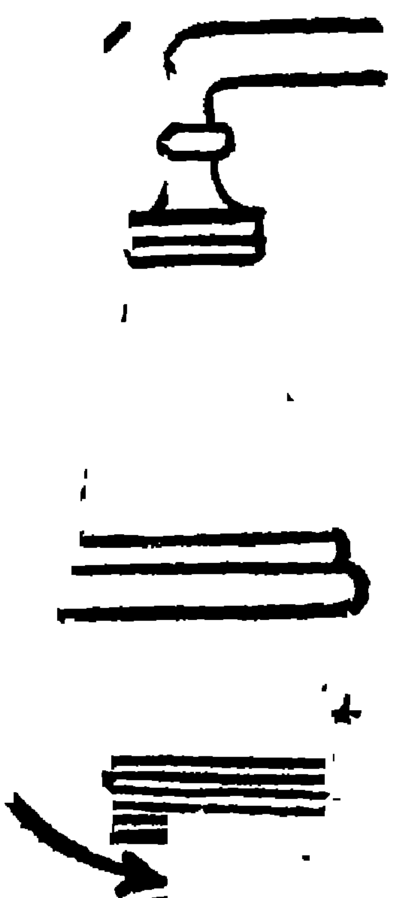


డ్రైవరు తన కాలిని ఆక్సిలరేటర్ మీదనుంచి తీసి వెయ్యగానే త్రాటిల్ వాల్వు మూసుకొనిపోయి ఇంజను వేగం తగ్గిపోవడం మొదలు పెడుతుంది.

రవ్వని ఉత్పత్తి చెయ్యడం

సిలిండరులో పెట్రోలు–ఆవిరీ, సాధారణ వాయువుల సమ్మిళిత ఒక రవ్వవల్ల జ్వలనమొందుతాయి. ఉన్నతమైన వోల్టేజిలో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయగల చిన్న పరికర మొకటి ఇంజనులో ఉంటుంది. ఇది చూడడానికి చిన్నదైనా, అద్భుతమైనది. దీనిని 'ఇగ్నిషన్ సిస్టం' అంటారు. ఇదే రవ్వలని ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఇది ఏ విద్యుత్ విధానాలపైన పనిచేస్తుందో రాబోయే ప్రకరణాలలో విపులంగా వివరిస్తాం. ఇక్కడ చెప్పవలసినదల్లా ఒక్కటే ఉంది. కారులో తక్కువ వోల్టేజిగల బేటరీలోని శక్తిని ఈ 'సిస్టం' స్వీకరించి దానిని ఉన్నతమైన వోల్టేజికింద మారుస్తుంది. కారుబేటరీల శక్తి సాధారణంగా ఆరు వోల్టుల, పన్నెండు వోల్టుల మధ్య ఉంటుంది. దీనినే స్వీకరించి ఇగ్నిషన్ సిస్టం ఆ శక్తిని ఒకప్పుడు ఇరవై వేల వోల్టులదాకా పెంపొందజేస్తుంది. ఈ మహత్తరమైన వోల్టేజిని ఇంజను సిలిండర్‌లోనున్న స్పార్కుప్లగ్గుకి, సంపీడనాఘాతం పూర్తయి అవగానే, అందిస్తారు. ఈ ఉన్నతమైన వోల్టేజి రవ్వని ఉత్పత్తిచేసి పెట్రోలు ఆవిరినీ, గాలినీ జ్వలింప జేస్తుంది.

రవ్వ ఇక్కడికి ఉరికి పెట్రోల్ ఆవిరినీ, గాలినీ జ్వలింపజేస్తుంది.

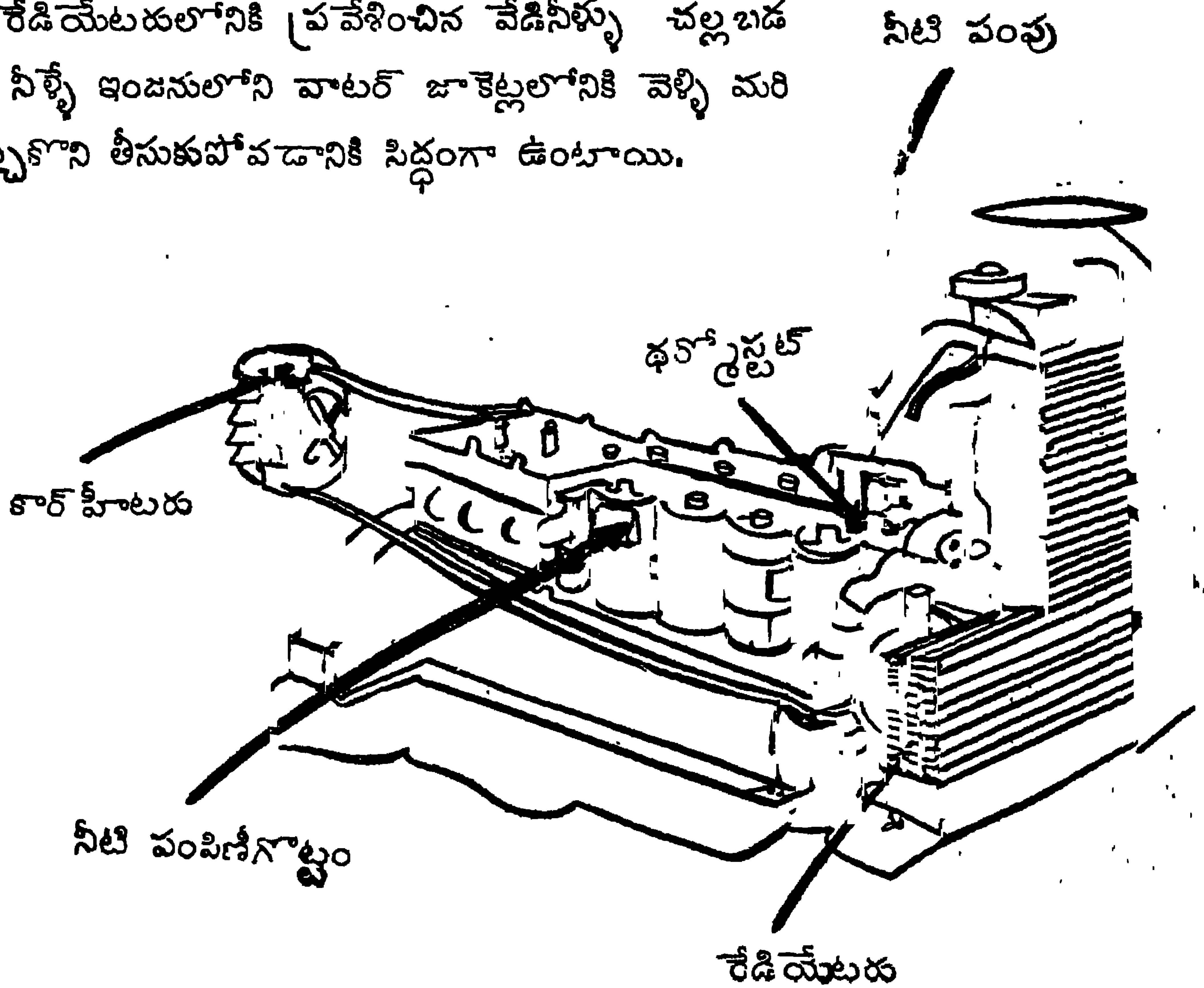


ఇంజను చల్లబడే విధానం

ఇంధనాన్ని జ్వలింప జేయడంవల్ల ఇంజనులో వేడి ఉత్పన్నమవుతుంది. ఇంజను అతిగా వేడెక్కి పోకుండా శీతలవిధాన పరికరాలను అమరుస్తారు. ఇవి ఎంత తొందరగా వేడిమి జనిస్తుందో అంత తొందరగానూ దానిని నివారిస్తాయి. శీతలవిధాన పరికరాలను చూడడానికి వీలుగా కొన్ని భాగాలను తొలగించిన ఇంజను బొమ్మని పొందుపరిచాం. చూడండి.

ఇంజను సిలిండర్ల చుట్టూ ఒక నీళ్ళ తొడుగు ఉంటుంది. దీనిని వాటర్ జాకెట్ అంటారు. ఇది సిలిండర్లకీ, ఇంజను వెలుపలి పొరల మధ్యనున్న ఖాళీప్రదేశం. ఈ చోటులో నీరు తిరుగుతూ, సిలిండర్ల లోని వేడిమిని పీల్చుకుంటూ ఉంటుంది. ఈ వేడెక్కిన నీళ్ళని గొట్టాల ద్వారా తోడి, కారు రేడియేటరులోనికి పంపిస్తారు. రేడియేటరులో వరుసగా గాలిగొట్టాలుంటాయి. కొన్ని గొట్టాలలోంచి నీళ్లూ, మరికొన్ని గొట్టాలలోంచి గాలీ ప్రయాణం చేస్తూ ఉంటాయి. ఇంజనులోని ఫాను

పంకా, కారు కదలికా కలిసి గాలి తొందరగా పయనించేటట్టు చూస్తాయి. కనుక రేడియేటరులోనికి ప్రవేశించిన వేడినీళ్ళు చల్లబడతాయి. మళ్ళీ ఆ నీళ్ళే ఇంజనులోని వాటర్ జాకెట్లలోనికి వెళ్ళి మరికొంత వేడిమిని పీల్చుకొని తీసుకుపోవడానికి సిద్ధంగా ఉంటాయి.

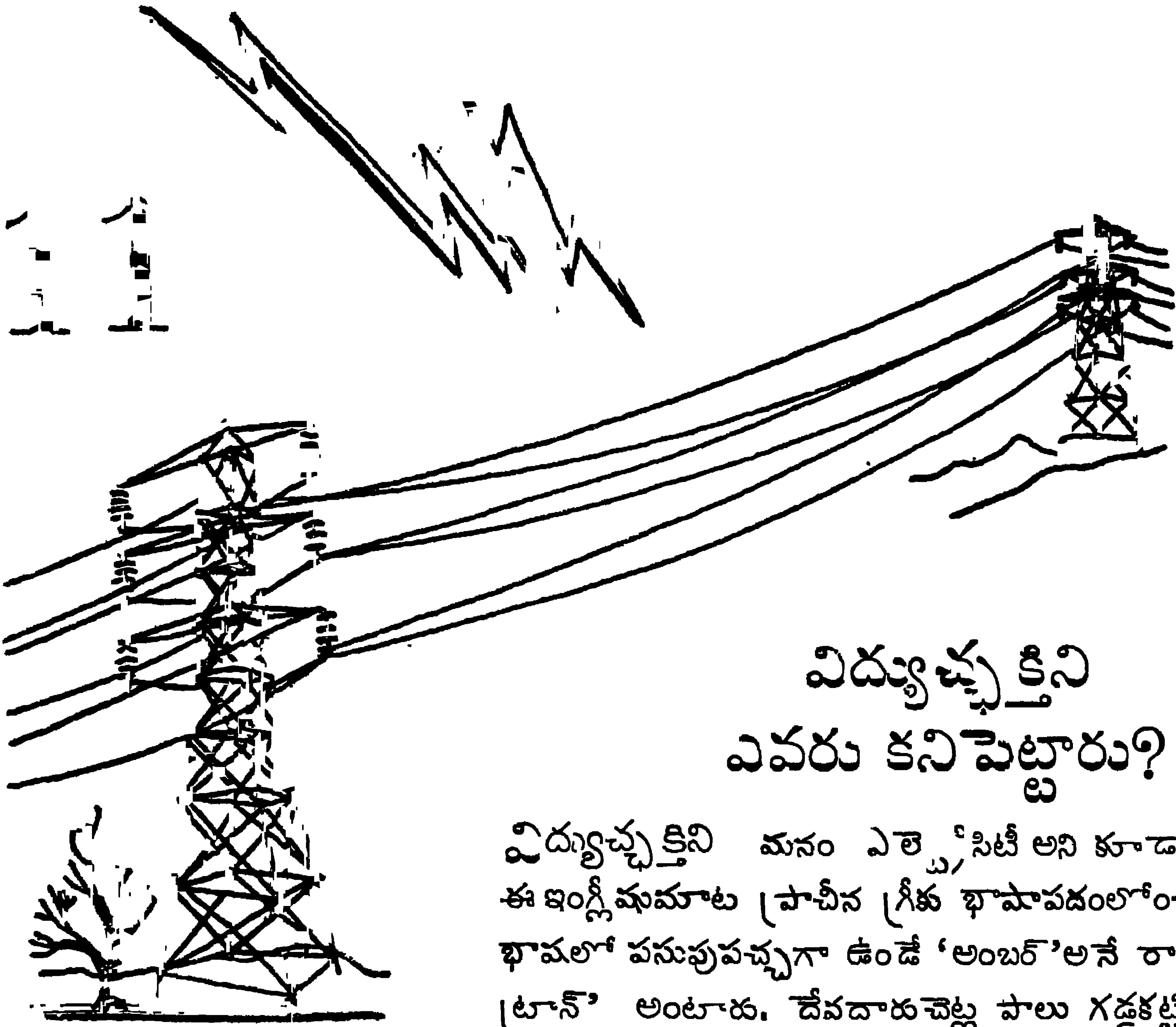


ఇంజను ఆయిలింగు విధానము

మీ బొటనవేలి, చూపుడు వేలి మధ్య ఒక చిన్న చమురు చుక్కని వేస్తే, ఆ వేళ్ళు రెండూ ఒకదానిపైన ఒకటి సులువుగా జారుతాయి. పొడిగా ఉన్నప్పుడు జారిన దానికన్నా చాలా తొందరగా జారుతాయి. ఈ విధంగానే ఇంజనులోని వివిధ భాగాల మధ్య చమురు వేస్తే అవి చక్కగా తిరగడానికి వీలవుతుంది. ఇంజనులోని ఆయిలింగు విధానం అన్ని సంచలన భాగాల చమురును అందించి అవి సరిగ్గా కందెన పొందుతూ ఉండేటట్టు చూస్తుంది.



ఇంజను అడుగుభాగంలో ఉండే తైలపాత్రలో ఎప్పుడూ చమురు నిలువలో ఉంటుంది. అక్కడనుంచి ఒక గొట్టం చమురుని పైకి తోడుకొని చిన్న చిన్న వాగుల రూపంలో ఇంజనులోని అన్ని చలన భాగాల, బేరింగుల సమృద్ధిగా సరఫరా చేస్తుంది.



విద్యుచ్ఛక్తిని ఎవరు కనిపెట్టారు?

విద్యుచ్ఛక్తిని మనం ఎలెక్ట్రిసిటీ అని కూడా పిలుస్తాం. ఈ ఇంగ్లీషుమాట ప్రాచీన గ్రీకు భాషాపదంలోంచిపుట్టింది. ఆ భాషలో పసుపుపచ్చగా ఉండే 'అంబర్'అనే రాయిని 'ఎలెక్ట్రాన్' అంటారు. దేవదారుచెట్ల పాలు గడ్డకట్టి శిలాభూషమైన సీమగుగ్గిలాన్ని 'అంబర్'అంటారు. మానవజాతిని మహత్తరంగా సేవిస్తున్న శక్తికి సీమగుగ్గిలం పేరు పెట్టడం చాలా విడ్డూరంగా కల్పించవచ్చు; అయితే ఇదొక్కటే కాదు విడ్డూరమైన విషయం. రెండు వేల సంవత్సరాలకు పైగా మానవుడు విద్యుచ్ఛక్తిని పరిశీలిస్తున్నాడు. ఆ కృషిలో ఎన్నో విడ్డూరాలున్నాయి.

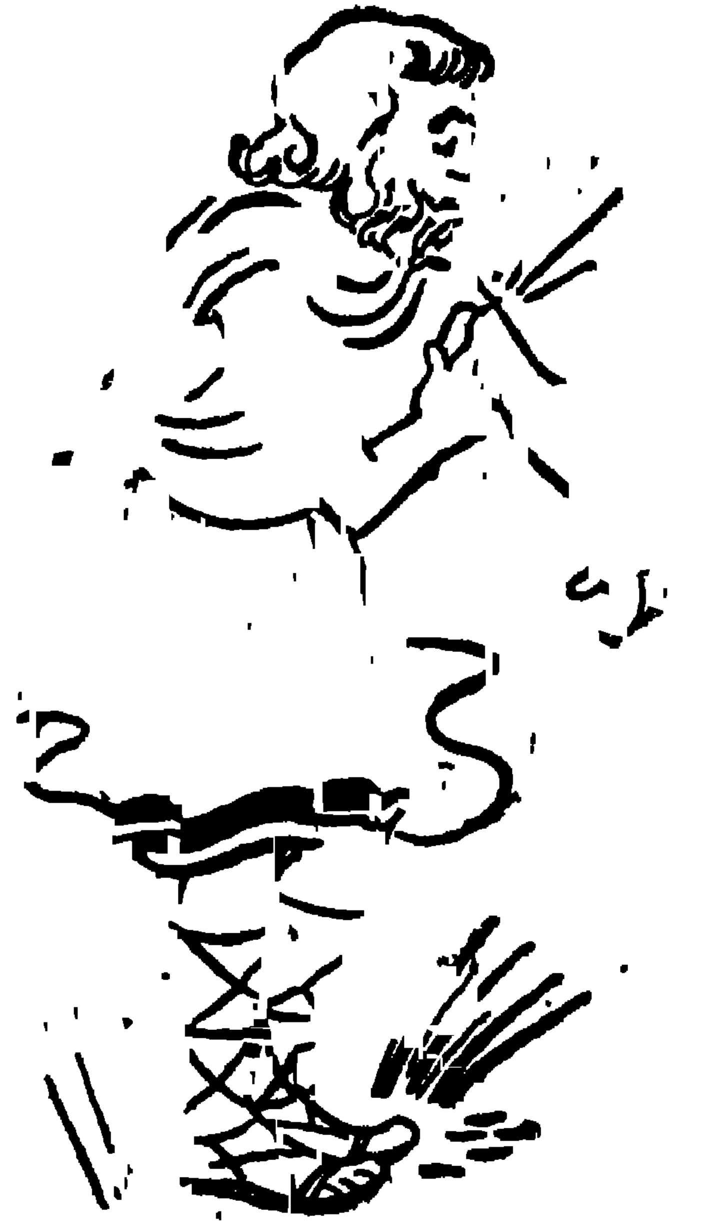
ఏసుక్రీస్తు జన్మించడానికి ముందు ఆరువందల సంవత్సరాల దరిదాపుల్లో విద్యుచ్ఛక్తిని కనిపెట్టారని చెప్పవచ్చు. అయితే దాన్ని ఆచరణయోగ్యం చేసుకొని లాభసాటిగా వినియోగించడానికి–దీపాలు, టెలిఫోన్లు, రేడియోలు, రెఫ్రిజిరేటర్లు, చలన చిత్రాలు, మనం ఎంత గానో ఇవాళ ఆధారపడే అసంఖ్యాకమైన విద్యుత్ పరికరాలను నిర్మించడానికి మానవుడికి రెండువేలా అయిదువందల సంవత్సరాలు గడిచిపోయాక సాధ్యమయింది.

క్రీస్తు పుట్టడానికి ఆరువందల సంవత్సరాలకు పూర్వం విద్యుచ్ఛక్తి కనిపెట్టిన కథలో 'తేలీస్' అనే గ్రీసుదేశపు మేధావీ, ఒక సీమగుగ్గిలపు రాయీ ప్రధాన పాత్రలు. సీమగుగ్గిలం గడ్డ కట్టిన తేనెముద్దలాగ

ఉంటుంది. ఇది లక్షలకొద్దీ సంవత్సరాలకిందట పెరిగిన దేవదారుచెట్ల నుండి కారిన రసం. ప్రాచీన వృక్షాలనుండి స్రవించిన తరవాత ఈ రసం యుగయుగాలుగా మట్టిలో కలిసిపోయి గట్టిగా గడ్డకట్టి రమారమి పాషాణరూపాన్ని పొందింది. ఆభరణాల నిర్మాణంలో ఇది ప్రసిద్ధి చెందింది. తేలీస్ జీవితకాలంలో సీమగుగ్గిలపు ఆభరణాలు ప్రచారంలో ఉన్నట్టు కనబడుతుంది.

తేలీస్, ఒకనాడు, సీమగుగ్గిలపు ముక్కని తన పైపంచపైన రుద్దాడట. దానికి, బహుశా, మెరుగు పెట్టడానికి అలా రుద్దిఉంటాడు. రుద్దినప్పుడా రాయి దూదికణాలను ఆకర్షించడం చూసి అతనికి ఎంతో కుతూహలం జనించింది. మరికొన్ని పరిశోధనలు చేశాక, ఆకర్షణశక్తి సీమగుగ్గిల ముక్కదానిలోనే ఉండే గుణమని అతడు నిర్ధారణ చేశాడు, అందుకే ఈ గుణానికి అతడు 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అనే పేరు పెట్టాడు. గ్రీకుభాషలో సీమగుగ్గిలాన్ని 'ఎలక్ట్రాన్' అని పిలుస్తారని ముందే మనం చెప్పుకున్నాం.

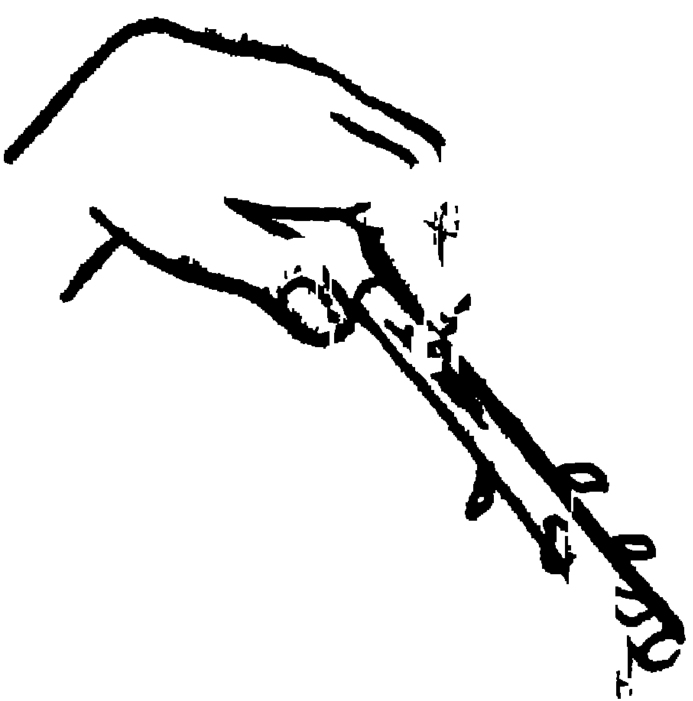
తేలీస్ కనిపెట్టిన ఈ మహత్తర విషయం రెండువేల సంవత్సరాల పై చిలుకు పాటు ఒక వింతగానే ఉండిపోయింది. క్రీ. శ. 1600 ప్రాంతంలో మొదటి ఎలిజబెత్తురాణి పరిపాలించే కాలంలో సర్ విలియం గిల్బర్టు అనే ఇంగ్లీషు శాస్త్రజ్ఞుడు, 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అనే విడ్డూరమైన గుణం సీమగుగ్గిలంలోనేకాక గాజు, గంధకం, మైకా, వజ్రాలు మొదలైన పదార్థాలలోకూడా ఉందని నివేదించాడు. సహజంగా, ఆ కాలపు ప్రజలకు ఎలెక్ట్రిసిటీ అంటే ఏమిటో ఏ విధమైన అభిప్రాయాలూ లేవు. రుద్దిన పదార్థంలోంచి వేడిమివల్ల వెలువడే ఒక విధమైన ప్రవాహమని కొందరు భావించారు. అది సంక్షిప్తమై పదార్థంలోనికి మళ్ళా నిర్గమించేటప్పుడు, కాగితం ముక్కలూ, ఎండిపోయిన ఆకులూ మొదలైన వాటిని తనతోబాటు లాగుకొనేదని వాళ్ళు ఊహించారు. మరికొందరు రుద్దిన పదార్థంలోంచి వెలువడిన కిరణాలే ఎలెక్ట్రిసిటీ అని తలచారు. ఈ కిరణాలు కాగితాల రోమకూపాలలోని, ఆకుల అంతరాళాలలోని చొచ్చుకొనిపోయి మెలికలు తిరగ గలవని వాళ్ళు విశ్వసించారు. కిరణాలు కుదించుకుపోతూ కాగితాల్నీ,ఎండుటాకుల్నీ రుద్దిన పదార్థంలోనికి లాగుకొనే వనుకొన్నారు.



గిల్‌బర్ట్ తరువాత ఒకటి రెండు శతాబ్దాలదాకా వచ్చిన శాస్త్రజ్ఞులకు కూడా 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అంటే ఇదమిత్థమనే నిశ్చితాభిప్రాయాలు లేవు. అయితే అదెలా పని చేస్తుందో పరిశీలించడానికి మహత్తరమైన కృషి చేశారు. అప్పట్నుంచీ శాస్త్రజ్ఞులు చేసిన కృషి ఆటలపోటీలో 'రిలేరేసు'ని జ్ఞాపకం చేస్తుంది. అందులో పరిగెత్తే ఆటగాడొకడు కొయ్యముక్కని పట్టుకొని ఒక చుట్టు తిరిగివచ్చి రెండవ వాడికి అది అందచేస్తాడు. శాస్త్రజ్ఞులు కూడా తమకు ముందు కృషి చేసిన వాళ్ళ పరిశోధనలను తీసికొని ముందుకు సాగారు. ఆ పరిశోధనల పర్యవసానంగా ఉజ్జ్వలంగా పురోగమించి, తమంతట తాము కొత్త కొత్త విషయాలను కనిపెట్టారు.

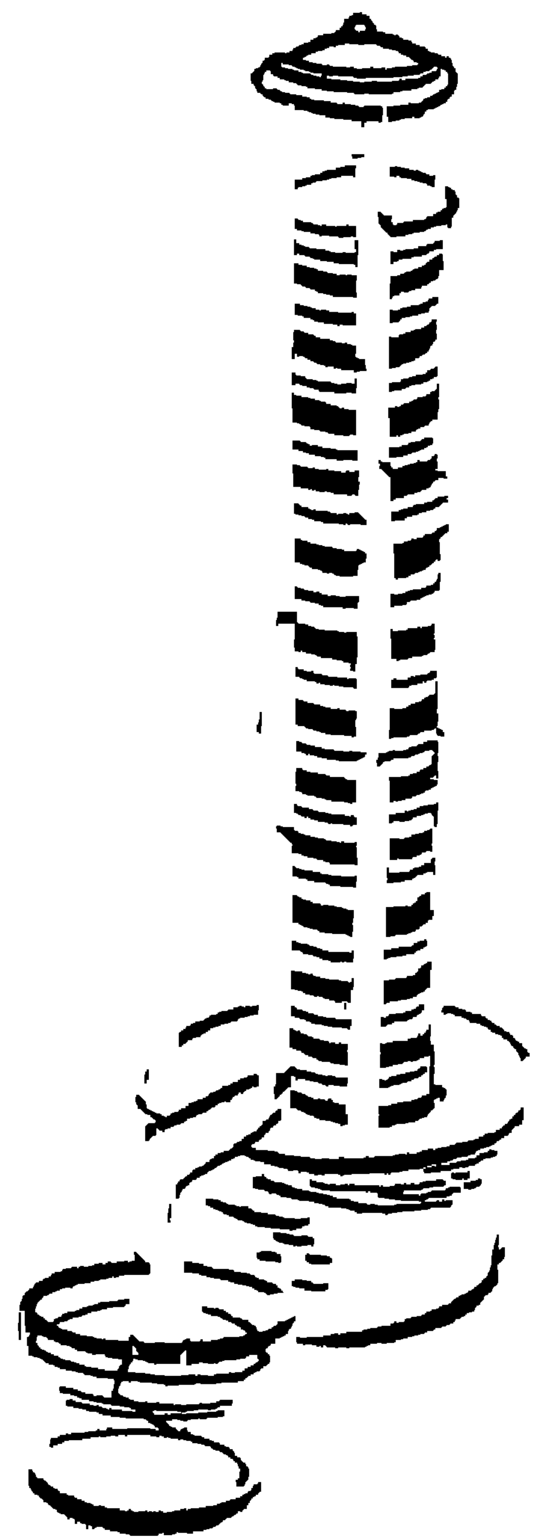


'లూగీగాల్వానీ' అనే పేరు గల ఇటలీదేశపు వైద్యుడిని గురించి తెలుసుకుందాం. అతడు తాను చేసిన పరిశోధనల వింత ఫలితాలను 1791 లో ప్రకటించాడు. ఆయన ఛేదించిన కప్ప కాళ్ళతో పరిశోధనలు చేశాడు. రాగి, ఇనుము మొదలైన రెండు విభిన్నలోహాలు ఒకదాని నొకటి స్పర్శించుకొని ఉన్నప్పుడు, వాటితో ముట్టుకొంటే కప్ప కాలి కండలు గుంజుకొంటాయని అతడు కనిపెట్టాడు. అయితే ఆయన ఈ చర్య కండలలోని చర్యలవల్లనే రూపొందినదని భావించాడు.

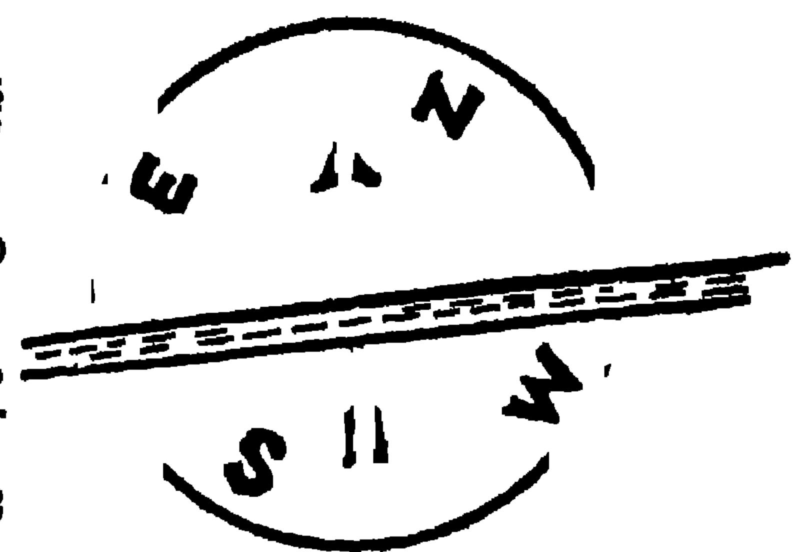


కాని, కొన్ని సంవత్సరాల తరువాత 'అలెస్సాండ్రో వోల్టా' అనే మరొక ఇటలీ దేశీయుడు లోహాలు రెండిటినీ కలిపి పట్టుకొనడం వల్ల ఉద్భవించిన స్వల్ప విద్యుత్తరంగాలవల్లనే కండల కదలిక సంభవించిందని నిరూపించాడు. విద్యుత్ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తిచేసే ఒక పరికరాన్ని వాస్తవంగా నిర్మించి తన వాదాన్ని ఋజువు చేసుకున్నాడు. ఈ పరికరాన్ని "వోల్టాయిక్ పైలు" లేక బాటరీ అంటారు. ఇందులో రాగి, తుత్తునాగాల గుండ్రని బిళ్ళదొంతర లుంటాయి. వాటిమధ్య క్షారపునీళ్ళలో తడిసిన గుడ్డలుగాని, తోళ్ళముక్కలుగాని ఉంటాయి. ఈ వోల్టాయిక్ బాటరీ తీగెల ద్వారా విద్యుత్ప్రవాహం పయనించడానికి తగినంత ఎలెక్ట్రిక్ వొత్తిడిని సృష్టిస్తుంది. ఇది కనిపెట్టినందుకు గౌరవసూచకంగా, ఎలెక్ట్రిక్ వత్తిడి కొలమానంలో ఒక కొలతకు అతని పేరుమీదుగా 'వోల్ట్' అనే నామకరణం చేశారు.

ఆ తరవాత 1820లో ఆంద్రీ ఆంపియర్ అనే ఫ్రెంచి దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు వోల్టైక్ బాటరీలను ఉపయోగించి, విద్యుత్ ప్రవాహాని , సూదంటురాళ్ళ మధ్య ఉండే వింత అనుబంధాన్ని కనిపెట్టాడు. సూదంటురాళ్ళు ఇతర ఇనుపముక్కల్ని తమవైపు ఆకర్షించుకొంటాయని వేలాది సంవత్సరాలనుంచీ అందరి తెలుసు. ఒక దారానికి కట్టి వేలాడదీసి ఊపితే సూదంటురాయి ఉత్తరదిశనీ, దక్షిణపు దిశనీ సూచించేదాకా ఊగుతుంది. అయితే ఆంపియరు విజ్ఞాని కాలందాకా ఏ ఒక్కరూ విద్యుత్ ప్రవాహాని , సూదంటురాళ్ళ వింత సన్నిహిత సంబంధ ముందని అనుమానించలేదు.



అయితే, ఆంపియరువిజ్ఞాని కనిపెట్టినది ప్రకటించడానికి కొద్ది నెలలకు ముందు అర్‌స్టెత్ అనే డెన్మార్కు దేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు ఒక నివేదికను సమర్పించడం మట్టుకు వాస్తవమే. విద్యుత్ ప్రవాహం ప్రసరిస్తున్న తీగెకి దగ్గరలో దిక్సూచిని పెడితే దాని ముల్లు వింతగా ప్రవర్తిస్తుందని అతడు నివేదించాడు. దిక్సూచి అంటే చిన్నసైజు సూదంటురాయే! అయితే అర్‌స్టెత్ విజ్ఞాని కనుగొన్న వాటికన్నా ఆంపియర్ విజ్ఞాని చాలా ముందుకు సాగిపోయాడు. సూదంటురాయిలో ఉండే అయస్కాంతగుణాన్ని విద్యుత్ ప్రవాహం ఉత్పత్తి చేస్తుందని అతడు వాస్తవంగా ప్రయోగాలు చేసి చూపించాడు. ఇది ఋజువు చెయ్యడానికి అతడు ఒక తీగె చుట్టలోనికి విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని పంపించి, ఆ తీగెచుట్టకూడా సూదంటురాయిలాగే పని చేస్తోందని చూపించాడు. విద్యుత్తుగల తీగె చుట్టకూడా ఇనుప ముక్కలని ఆకర్షిస్తుంది; దిక్సూచిలోని ముల్లులాగ ఇదికూడా, వేలాడతీసినప్పుడు, ఉత్తరదక్షిణ దిశలను చూపించడానికి తిరుగుతుంది. ఆంపియర్ విజ్ఞాని ఈ విషయాలను కనిపెట్టినందుకు ఎలెక్ట్రిక్ కొలమానంలో ఒక కొలతకు 'ఆంపియర్' అనే పేరు పెట్టారు.



తీగెలో విద్యుత్తు ప్రవహిస్తున్నప్పుడు దిక్సూచిముల్లు ఊఱ్ఱట్లూగుతుంది.

కొన్ని సంవత్సరాల తరువాత జి. యస్. ఓమ్ అనే జర్మను శాస్త్రజ్ఞుడు విద్యుత్ ప్రవాహానికి తీగెలు నిరోధం చూపిస్తాయని ప్రక

టించాడు. తీగెలను తయారుచేసిన లోహాలనుబట్టీ, ఆ తీగెల పరిమాణాన్నిబట్టీ ఈ నిరోధంలో ఎక్కువ తక్కువలు ఉంటాయని కూడా చూపించాడు. ఈ మహత్తరమైన పరిశోధన చేసినందుకు విద్యుత్ నిరోధపు కొలతలలో ఒకదానికి అతని పేరు మీదుగా 'ఓమ్' అనే నామకరణం చేశారు.



ఈ విధంగా, విద్యుచ్ఛక్తి విషయంలో వోల్టు, ఆంపియర్, ఓమ్ అనే మూడు ప్రాథమికమైన కొలత లుంటాయనీ, ఈ మూడూ ముగ్గురు ప్రఖ్యాత శాస్త్రజ్ఞుల పేర్లమీదుగా పెట్టారనీ, ఆ మహానీయులు ఇటలీ, ఫ్రాన్సు, జర్మనీ దేశాలకు చెందినవారనీ తెలుసుకున్నాం. విజ్ఞాన ప్రపంచంలోని ఏకత్వానికి ఇది నిజమైన నిదర్శనం.

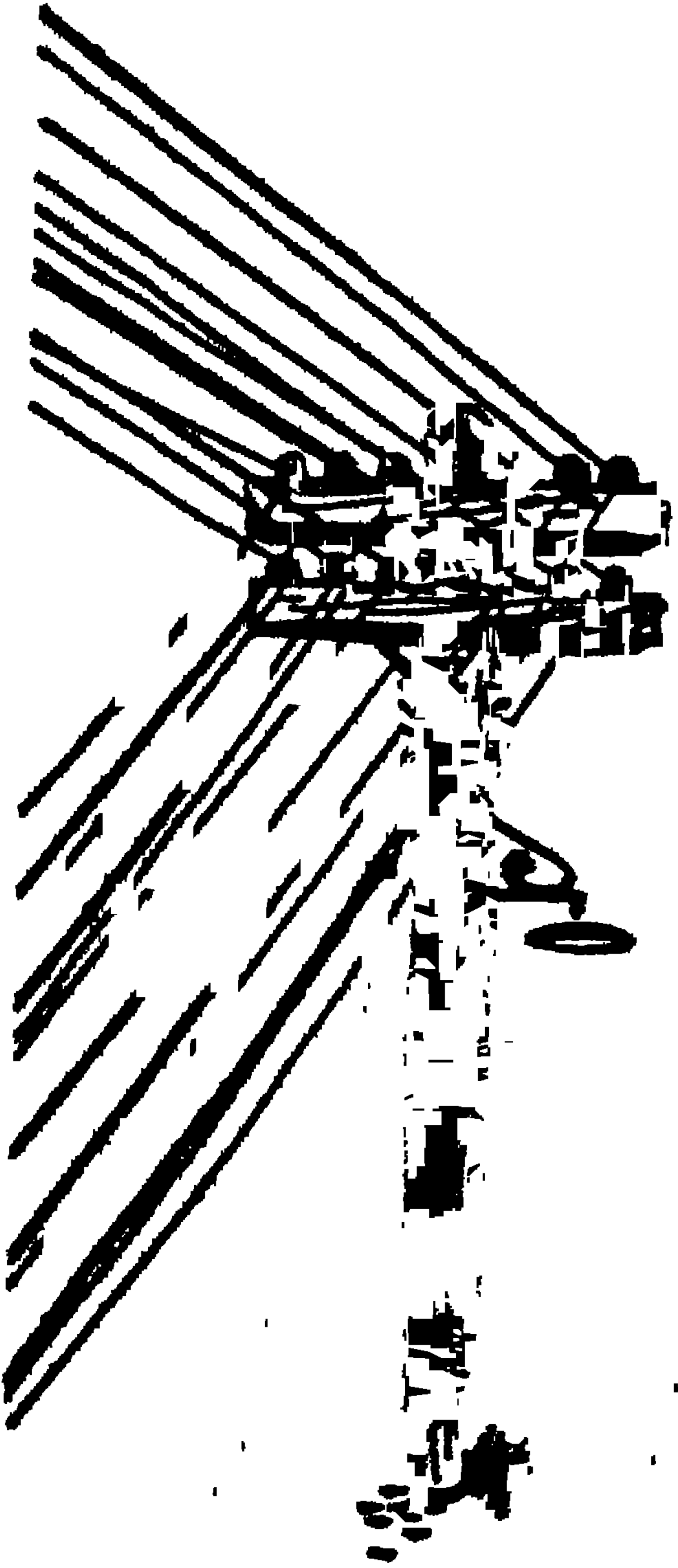
ఈలోగా ఇతర దేశాలలోని వ్యక్తులు విద్యుచ్ఛక్తి అనే నిగూఢ పదార్థపు అగాధాలను తెలుసుకోవడానికి బహుముఖ పరిశోధనలతో నిర్విరామంగా కృషి చేస్తూవచ్చారు. 1752 లో బెంజిమన్ ఫ్రాంక్లిన్ అనే విజ్ఞాని అమెరికాదేశంలో ఒక ప్రమాదభరితమైన పరిశోధన మూలంగా ఆకాశంలోని మెరుపులుకూడా విద్యుచ్ఛక్తులే అని ఋజువు చేశాడు. గాలివానలో ఒక గాలిపటాన్ని ఎగురవేసి తడిదారం ద్వారా విద్యుత్ విస్ఫులింగాలను రవ్వలను ఆకర్షించాడు. ఆ తరవాత ఈ ప్రయోగాన్ని చేసిన పరిశోధకులు మహత్తర విద్యుత్ స్రావంవల్ల మరణించారు. విద్యుచ్ఛక్తి ధనవిద్యుత్తు, ఋణవిద్యుత్తు అనే రెండు దశలలో ఉండవచ్చుననీ, కొళాయి గొట్టాలలో నీళ్ళు ప్రవహించినట్లే విద్యుత్తుకూడా వాహకాల ద్వారా ప్రవహిస్తుందనీ ఫ్రాంక్లిన్ భావ విస్తరణ కావించాడు. మన ప్రస్తుత విద్యుత్ విజ్ఞానానికి ఇదే పునాది.

అర్‌స్టెడ్,ఆంపియర్ విజ్ఞానులు ప్రదర్శించిన విధంగా విద్యుత్ ప్రవాహం అయస్కాంతత్వాన్ని సృజిస్తే, అయస్కాంతత్వం మాత్రం విద్యుచ్ఛక్తిని ఎందుకు ఉత్పత్తిచేయలేదు? ఈ ప్రశ్ననే 1830 లో

మైకేల్ ఫారడే అనే ఇంగ్లండుదేశపు విజ్ఞాని తనలో తాను వేసు కున్నాడు. అంటే ఇది విపర్యయచర్య అవునా, కాదా అన్నదే సమస్య. ఫారడే ఇలా ప్రశ్నించుకుంటున్న సమయంలోనే అమెరికాలో జోసఫ్ హెన్రీ అనే శాస్త్రజ్ఞుడూ ఇదే సమస్యపైన ఆలోచిస్తున్నాడు.

మానవ నాగరికతను నూతన పథానికి మళ్ళించే మహత్తర విషయ జ్ఞానపరిధిలో ఈ ఇద్దరూ ఊగాడుతున్నారు. వ్యక్తిగత మానవుల కాల్పనిక ధిషణాశక్తులపైన ఇంత ప్రత్యక్షంగా దేశదేశాల అదృష్టాలూ ఆధారపడి ఫలితాలకోసం ఎదురుచూడడం చాలా అరుదు. ఇంగ్లండులో ఫారడే, అమెరికాలో హెన్రీ అయస్కాంత సాధనాలతో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయగానే ప్రతిక్రియాపరంపరకి అంకురార్పణ చేశారు. దాని పర్యవసానంగా నేటి అత్యద్భుత విద్యుత్ యుగం రూపొందింది. ఎలెక్ట్రిక్ దీపాలు, రేడియోలు, టెలిఫోన్లు మొదలైన అనేకానేక విద్యుత్ పరికరాలపైన మన సౌకర్యాలు, సరదాలు నేడు ఆధారపడుతున్నాయి. ఇవన్నీ వాళ్ళ చేతిచలువే!

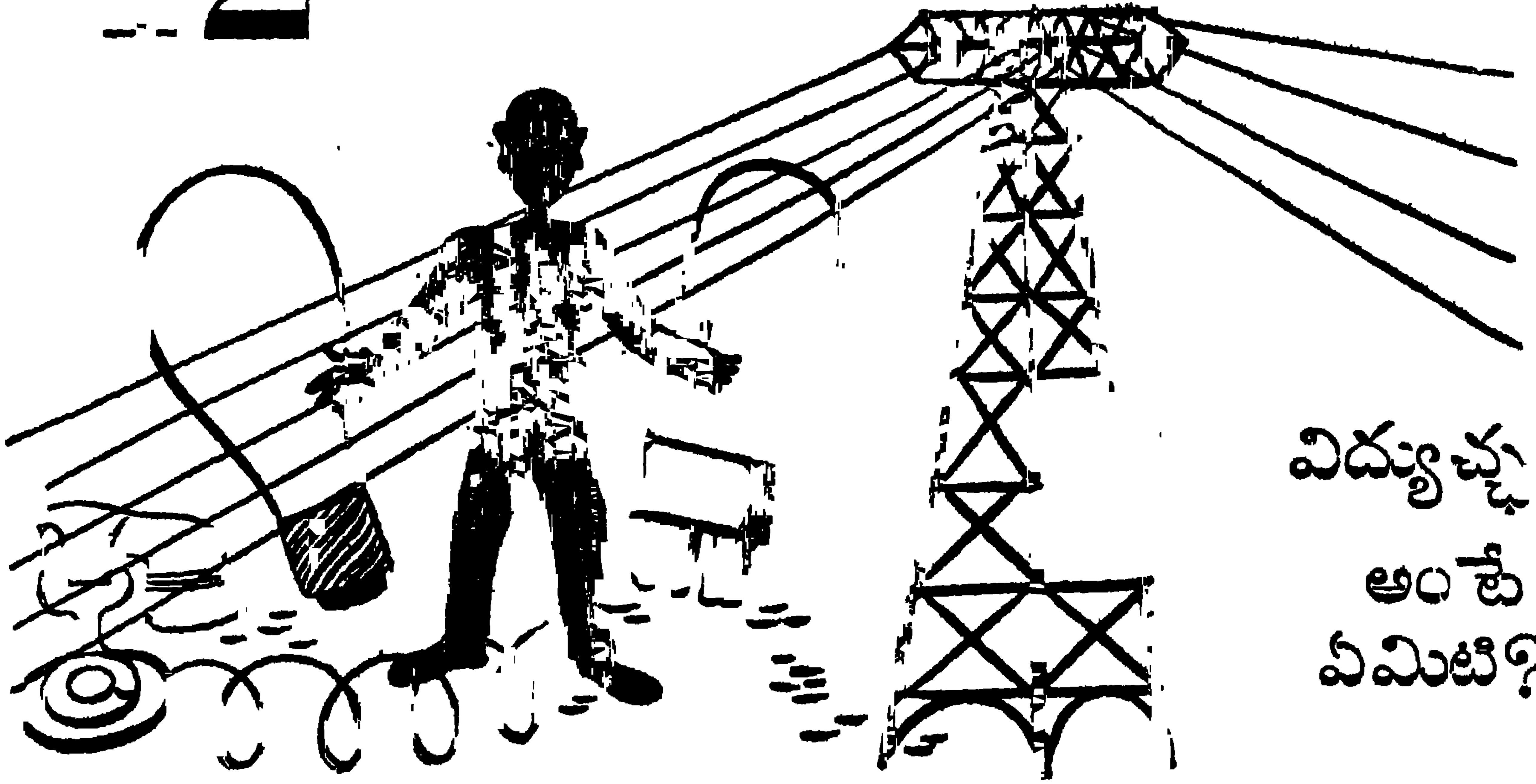
వాళ్ళు కనిపెట్టిన ఈ మహత్తర విషయాన్ని మానవ సంసేవకి వినియోగించడానికి ఎడిసన్, టెస్లా, వెస్టింగ్‌హౌసు, మోర్సు, బెల్ మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులెందరో ప్రత్యక్షంగా పాటుపడ్డారు. ఎలెక్ట్రిక్ బల్బుని అభివృద్ధిచేసిన గౌరవం ఎడిసన్ విజ్ఞానికి దక్కింది. ఆయన ఆచరణయోగ్యమైన మొట్టమొదటి కేంద్రవిద్యుత్ ఉత్పత్తిశాలను చిత్రించి నిర్మించాడు. ఈ ఉత్పత్తిశాల దిగువ న్యూయార్కు నగరంలో ఉండేది. ఇది విద్యుచ్ఛక్తిని ఒక చదరపుమైలుమేర సరఫరా చేసేది. ఆ రోజుల్లో అదే ఉద్వేలమైన విషయం. విద్యుచ్ఛక్తిని ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటు పరివర్తిత విద్యుత్ ప్రవాహం అనే కొత్త రూపంలో ఉపయోగించవచ్చుననే అభిప్రాయాన్ని టెస్లా విజ్ఞాని ప్రతిపాదించాడు. దానిని ఉత్పత్తి చేయడానికి, సరఫరా చేయడానికి, ఉపయోగించడానికి అనువైన పరికరాలను చిత్రించాడు. టెస్లా ప్రతిపాదనలను సమర్థించి వెస్టింగ్‌హౌసు విజ్ఞాని పరివర్తిత విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తిచేసి, ఉపయోగించే ఎలెక్ట్రిక్ యంత్రాలను నిర్మించాడు. ఏవో కొన్ని ప్రత్యేక యంత్రాలలోనూ, విధానాలలోనూ



తప్పించి ఈనాడు సర్వేసర్వత్రా ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటునే అందరూ ఉపయోగిస్తున్నారు. ఈ పరివర్తిత విద్యుత్ ప్రవాహానికి వ్యతిరిక్తమైన దాన్ని ఏకముఖ విద్యుత్ ప్రవాహం లేక డైరెక్టు కరెంటు అంటారు

మోర్సు, బెల్ విజ్ఞానులు తీగెలద్వారా టెలిఫోను, టెలిగ్రాఫ్ సందేశాలను పంపడానికి అనువైన విధంగా విద్యుచ్ఛక్తిని రూపొందింపజేశారు. వాళ్ళు కనిపెట్టిన విధానాలలోంచే మార్కోనీ, డిఫారెస్టు అనే శాస్త్రజ్ఞుల కృషి ఉద్భవించి పెంపొందింది. తీగెలు లేకుండానే రేడియోద్వారా సందేశాలను పంపే సాధనాలను ఈ ఇద్దరూ కనిపెట్టారు.వీళ్ళు కనిపెట్టిన విషయాలపై ప్రత్యక్షంగా ఆధారపడి ఇతర శాస్త్రజ్ఞులు చలనచిత్రాలకు గాత్రాన్ని ప్రసాదించగలిగారు; గాలిలో టెలివిజన్ చిత్రాలను ప్రసారం చేయగలిగారు; కళ్ళకు కనిపించని పొగమంచులో, చిమ్మచీకటిలోనైతం 'రాడారు' ద్వారా వీక్షించగలుగుతున్నారు.ఆధునిక విజ్ఞానశాస్త్రం సాధించిన ఈ అద్భుతాలను గురించి ఈ పుస్తకంలో తరవాత ప్రత్యేకంగా చెప్పుకుందాం కాని అవన్నీ ఎలా పనిచేస్తాయో బోధపరుచుకొనడానికి ముందు విద్యుచ్ఛక్తిని గురించి మనం అవగాహన చేసుకోవాలి. అయితే, రాబోయే ప్రకరణాన్ని పరికించినప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తిని అవగాహన చేసుకొనడానికి అవసరమైన ముఖ్యవిషయాలను మనం అప్పుడే స్పృశించాం కాబట్టి ఇదేం బ్రహ్మవిద్య కాదని తెలుసుకుంటాం.

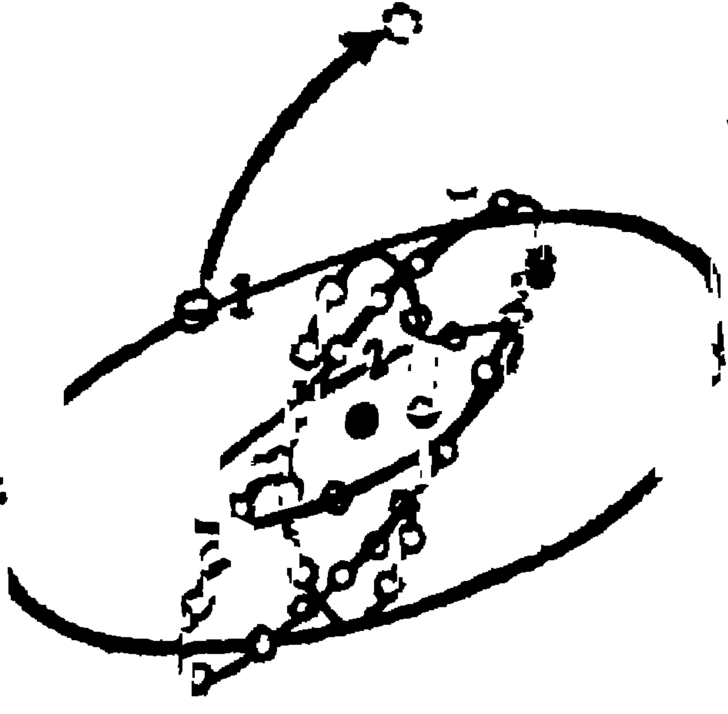
12



విద్యుచ్ఛక్తి అంటే ఏమిటి?

మొన్న మొన్నటిదాకా శాస్త్రజ్ఞులకు విద్యుచ్ఛక్తినిగురించి చాలా అస్పష్టమైన అభిప్రాయాలు ఉండేవి. గొట్టాలద్వారా నీళ్ళు ప్రవహించినట్లే, విద్యుత్తు తీగెలద్వారా ప్రవహించే ఒక రకమైన 'ద్రవం' అని వాళ్ళలో చాలామంది భావించారు; కాని అది ఎందు కలా ప్రవహిస్తుందో అర్థం చేసుకోలేక పోయారు. వాళ్ళలో చాలామంది విద్యుచ్ఛక్తి ఒకరకమైన స్వల్పకణాలవల్ల ఏర్పడుతుందని ఊహించారే గాని, ఆ విద్యుచ్ఛక్తిని విడివిడి కణాలుగా విడగొట్టే ప్రయత్నాలు వాళ్ళను గాభరా పెట్టాయి.

ఈ పరిస్థితిలో, 1909లో, మిలికాన్ అనే మహత్తర అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞుడు విజ్ఞాన ప్రపంచాన్ని విస్మయంలో ముంచెత్తాడు. ఆయన ఒక విడి విద్యుత్ కణాన్ని కొలిచి దాని 'ఎలెక్ట్రిక్ ఛార్జి'ని ప్రత్యక్షంగా లెక్కకట్టాడు. ఇది మానవుడు ఈ ప్రపంచంలో చేసిన పరిగణన కార్యాలలో బహు సున్నితమైన దని చెప్పుకోవాలి. ఏమంటే ఒక విడి విద్యుత్ కణం బరువు ఒక పౌను తూకంయొక్క సహస్రాంశంలో, సహస్రాంశంలో, సహస్రాంశంలో,సహస్రాంశంలో, సహస్రాంశంలో, సగం బరువు ఉంటుంది. అట్లాంటిక్ మహాసముద్రంలో ఎన్ని నీటిబిందువు లున్నాయో వాటికన్నా ఎక్కువ విద్యుత్ కణాలను కలిపితే ఒక పౌను విద్యుత్తు లభిస్తుంది.



రాగి పరమాణువు

ఈ విద్యుత్ కణాలు మనకు అపరిచితాలు కావు. ఎలెక్ట్రాన్లు అనే పేరుతో వాటిని మనం తెలుసుకున్నాం. పూర్వ ప్రకరణాలలో ఎలెక్ట్రానులు పరమాణువుల కేంద్రకాల చుట్టూ ఎలా పరిభ్రమిస్తాయో బోధపరిచాం. అసంఖ్యాకమైన ఎలెక్ట్రాన్లు వాటి పరమాణువుల నుండి విడిపోయి ఒక తీగెలో ప్రయాణిస్తూ ఉంటే, ఈ చర్యనే మనం తీగెలో విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తున్నదని పేర్కొంటాం. అవును! తొలిశాస్త్రజ్ఞులు ఘోషించిన విద్యుత్ ద్రవం తీగెలద్వారా ప్రవహించే ఎలెక్ట్రాన్లు తప్పించి ఇంకేమీ కానేకాదు.

అయితే, విడి ఎలెక్ట్రాన్లను వాటి పరమాణువులనుండి విడిపోయేటట్టు ఎలా చేయడం?

పరమాణువుల నిర్మాణ పద్ధతిలోనే ఈ ప్రశ్నకు సమాధానం ఇమిడి ఉంది. వాటి ఎలెక్ట్రానులను సులభంగా పోగొట్టుకొనడానికి వీలుగా కొన్ని పరమాణువుల వినిర్మాణ ముంటుంది. ఉదాహరణకి రాగి పరమాణువు నిరంతరం ఒక ఎలెక్ట్రాన్ను పోగొట్టుకొంటుంది మళ్ళీ దానిని లేక యింకొకదానిని సముపార్జించుకొని, మళ్ళీ పోగొట్టుకుంటూ ఉంటుంది. సాధారణంగా ఒక రాగి పరమాణువులో 29 ఎలెక్ట్రాన్లు కేంద్రకం చుట్టూ నాలుగు విభిన్నవర్తుల పథాలలో అమర్చినట్టు ఉంటాయి. లోలోపలి పథంలో రెండు ఎలెక్ట్రాన్లు ఉంటాయి. తరువాతి పెద్ద పథంలో ఎనిమిది ఉంటాయి. మూడవ పథంలో పద్దెనిమిది ఎలెక్ట్రానులు క్రిక్కిరిసిఉంటాయి. వెలుపలి పథంలో మాత్రం ఒకే ఒకటి ఉంటుంది. ఈ వెలుపలి ఎలెక్ట్రాన్నే రాగి పరమాణువు నిరంతరం పోగొట్టుకుంటూ ఉంటుంది. పరమాణువు, ఈ ఒంటరి ఎలెక్ట్రాన్ను అత్యంత సన్నిహితమైన బంధాలులేవు. అందుకే ఆ ఎలెక్ట్రాన్ను సంచరించి దూరమవుతుంది. స్వేచ్ఛగా వర్తించే ఇంకొక ఎలెక్ట్రాన్ను దాని స్థానంలో వచ్చి చేరుతుంది. అలా క్రొత్తగా వచ్చినది కూడా సంచారానికి దూరంగా వెళ్ళిపోతుంది.

పర్యవసానంగా, ప్రతి రాగితీగెలోనూ, రాగి పరమాణువుల చుట్టూ అన్ని దిశలలోనూ ఎలెక్ట్రానులు స్వేచ్ఛగా తేలుతూవుంటాయి.అందుచేత, మీ సాధారణ నేత్రాలకి రాగితీగెలో ఏమాత్రంసంచలనం లేనట్టు పైకి కనిపించినా లోలోపల మాత్రం మహత్తరమైన నిరంతర ప్రతిక్రియా కలాపం జరుగుతూనే ఉంటుంది.

ఎలెక్ట్రిక్ దీపానికిగాని, మరే ఇతర విద్యుత్ పరికరానికిగాని తీగెద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి రవాణా అవుతూ ఉంటే ఎలెక్ట్రానులు గురి లేకుండా చుట్టూ సంచరించవు; వాటిలో చాలా ఎలెక్ట్రానులు తీగ ఒక కొసనుంచి రెండో కొసకి, ఏకముఖంగా త్వరితంగా పరిగెత్తుతూ ఉంటాయి.



ఇంక, మనకి రెండవప్రశ్న ఉదయిస్తుంది. తీగెద్వారా ఈ స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానులను ఎలా నడిపించడం? మానవులు అందుకోసం అనేకమార్గాలను కనుక్కున్నారు. ఒకటి రసాయనికమైనది. వోల్టా విజ్ఞాని నిర్మించిన 'వోల్టాయిక్ పైలు'; లేక బాటరీ విద్యుచ్ఛక్తి, అంటే ఎలెక్ట్రానులు తీగెలలో ప్రవహించడానికి అనువైన రసాయనిక పరికరం. ఇంకొక మార్గం అయస్కాంత విధానం. తీగెలద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించడానికి అయస్కాంతాలను ఉపయోగించే విధానాలను ఫారడేవిజ్ఞానీ, హెన్రీ శాస్త్రజ్ఞుడూ కనిపెట్టారు.

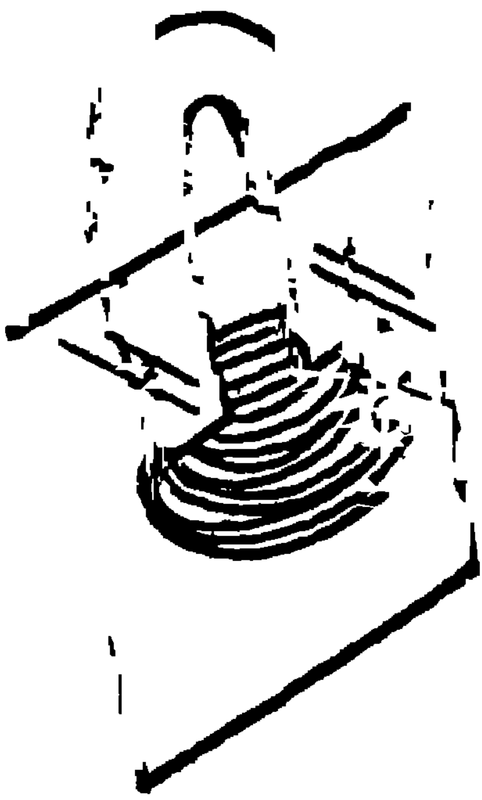
అయస్కాంతాలు

గుర్రపులాడం సూదంటురాళ్ళని మనలో చాలామంది చూసే ఉంటారు. దాని ఆకారం గుర్రపు లాడంలాగ ఉంటుంది కనుక దానికి ఆ పేరు పెట్టారు. బహుశా మీరు అయస్కాంతంతో పరిశోధనలు చేసి, అది సూదులూ, మేకులూ మొదలైన చిన్న ఇనుప వస్తువులను ఆకర్షించడం గమనించే ఉంటారు. వేలాది సంవత్సరాలనుండీ మానవులకు సూదంటురాళ్ళనుగురించి తెలుసు.



మధ్యధరా సముద్రంలో ఉండే క్రీట్ అనే ద్వీపంలో ఎన్నో వేల సంవత్సరాలకిందట మేగ్నస్ అనే గొర్రెలకాపరి జీవించేవాడని కథగా చెప్పుకుంటారు. అతని దోటీకర్రకి ఇనుప పిడి ఉండేది. ఒకనాడు ఈ ఇనుప పిడికి విడ్డూరమైన ఆకార మున్న నల్లని రాయి అతుక్కోడం అతడు గుర్తించాడు. తరువాత అటువంటి రాళ్ళే చాలా దొరికినప్పుడు వాటిని మేగ్నస్ పేరుమీదుగా మేగ్నటులు అని పిలిచేవారు. ఇవే సహజమైన అయస్కాంతాలు.

ఇనుమునుండి అయస్కాంతాలను ఎలా తయారు చేయడమో మానవులు ఇటీవల నేర్చుకున్నారు. అంతకన్నా ముఖ్యంగా, తీగెలద్వారా ఎలెక్ట్రానులను తోలడానికి అయస్కాంతాలను ఎలా ఉపయోగించాలో కనుక్కున్నారు.



గుర్రపులాడం అయస్కాంతంపై శక్తి రేఖలు

ఇది మనం చర్చించేముందు కొన్ని అయస్కాంతగుణాలను తెలుసుకోవాలి. ఒక గుర్రపులాడం అయస్కాంతంపైన గాజు పలక నిపెట్టి, ఆ గాజుపైన ఇనుపపొట్టును జల్లితే ఇనుపరజను రేఖల రూపంలో ఏర్పడుతుంది.

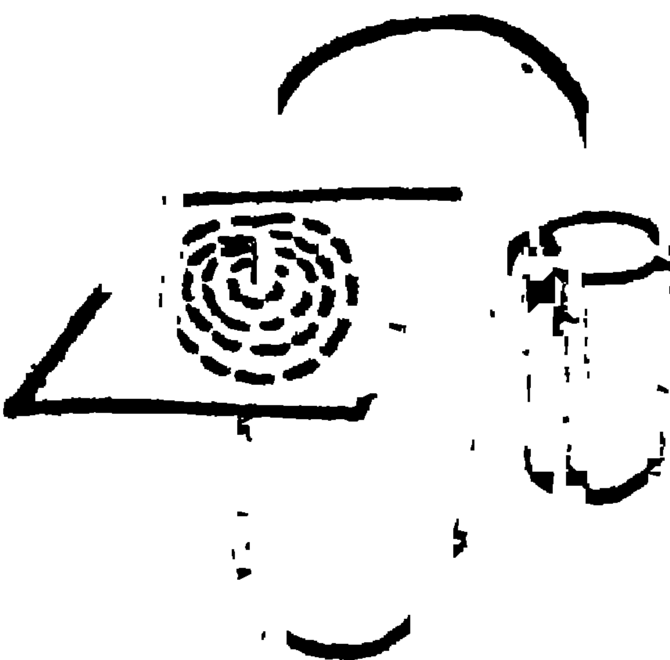
ఆ గుర్రపులాడాన్ని సాపుచేసి కడ్డీరూపంలో అయస్కాంతాన్ని వాడితే ఈ రేఖలని స్ఫుటంగా చూడవచ్చు. శాస్త్రజ్ఞులు అయస్కాంత 'శక్తిరేఖలు' అని పేర్కొనే వాటినే ఈ ప్రయోగాలు ప్రబోధిస్తాయి. అయస్కాంతపు రెండు కొనలమధ్యనా సాగే శక్తి రేఖల ద్వారా సూదంటురాళ్ళు పని చేస్తాయని శాస్త్రజ్ఞులు వివరిస్తారు.



కడ్డీఅయస్కాంతంపై శక్తి రేఖలు

ఎలెక్ట్రానుల చుట్టూకూడా అయస్కాంత శక్తిరేఖలు ఉన్నట్లు కనబడతాయి. ఇది ఒక ప్రయోగం ద్వారా ఋజువు చేయవచ్చు.

ఒక అట్టముక్క ద్వారా తీగని గుచ్చి, అట్టమీద ఇనుపరజను జల్లి, తీగెను ఒక బాటరీకి కలిపితే, తీగెచుట్టూ ఇనుపరజను గిరుల రూపంలో ఏర్పడుతుంది. కదులుతున్న ఎలెక్ట్రానులలో, అంటే విద్యుచ్ఛక్తిలో ఉండే అయస్కాంత గుణంవల్ల ఇలా జరిగిందన్న మాట. ఈ విధంగా, కదిలే ఎలెక్ట్రానులకూ, అయస్కాంతత్వానికీ సంబంధ ముందని పరికించగలం. కదిలే ఎలెక్ట్రానులవల్ల అయస్కాంతత్వం ఏర్పడుతుంది.



విద్యుద్వాహకమైన తీగెచుట్టూ ఏర్పడే శక్తి రేఖలు

వాస్తవానికి కడ్డీ అయస్కాంతంలో ఎలెక్ట్రానులు 'ప్రవహించడం' లేదు. ఇనుము పరమాణువుల కేంద్రకాల చుట్టూ అవి పరిభ్రమిస్తూ ఉంటాయి. ఏమైనా, అయస్కాంతలో ఈ ఎలెక్ట్రానులు ఏక ముఖంగా పరిభ్రమించేటట్టు వాటిని ఒక రేఖలో సమీకరించడం జరుగుతుంది. దీనికొక ఉపమానం చెప్పాలంటే, గడియారపు ముల్లు తిరుగుతున్న దిశలో, దారాలకు కట్టిన బంతులను తమ శిరస్సులచుట్టూ గిరగిరా తిప్పే బాలసేనతో సరిపోల్చవచ్చు.

జనరేటర్లు, మోటార్లు

విద్యుచ్ఛక్తిని, లేక ఎలెక్ట్రానులను ధారగా ఉత్పత్తి చేయడానికి జనరేటర్లు అయస్కాంతత్వాన్ని ఉపయోగిస్తాయి. మోటార్లలో విద్యుత్ ప్రవాహం అయస్కాంతత్వాన్ని జనింపజేస్తుంది; అది చక్ర భ్రమణాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

ఈ చలనం ద్వారా తరిమెనపట్టే యంత్రాలనీ ఇతర యంత్రాలనూ, మరచీపుళ్ళనీ, రెఫ్రిజరేటర్లనీ నడిపించడానికి వీలవుతుంది.

జనరేటర్లూ, మోటార్లూ చాలా సంశ్లిష్టమైన పరికరాలలాగ కనబడతాయి గాని వాటిని చాలా సులభంగా బోధపరుచుకోవచ్చు. నిజానికి మోటార్లూ, జనరేటర్లూ ఏ సూత్రాలపైన నడుస్తాయో ఇంతకు పూర్వమే వివరించాం. ఆ సూత్రాలు:

1. కదలికలో ఉన్న ఎలెక్ట్రానులను విద్యుచ్ఛక్తి, లేక 'ఎలెక్ట్రిసిటీ' అంటారు.

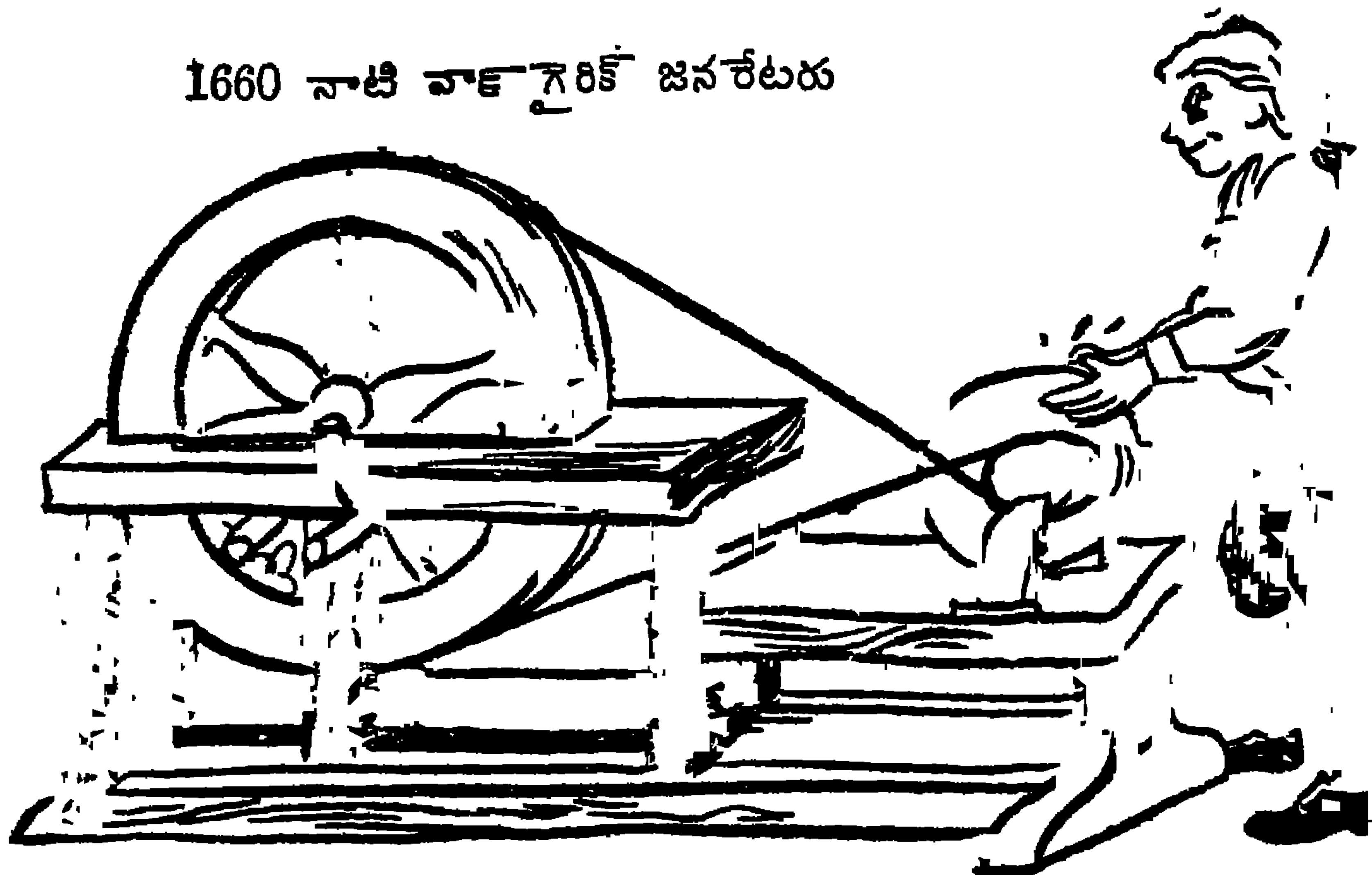
2. కదలికలో ఉన్న ఎలెక్ట్రానులు అయస్కాంత క్షేత్రాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తాయి.

3. అయస్కాంత క్షేత్రం ఎలెక్ట్రానులు కదిలేట్టు చేయగలదు.

తరువాతి ప్రకరణంలో ఈ సూత్రాలను వర్తింపజేసి సాధారణమైన మోటార్లు, జనరేటర్లు నిజంగా ఎలా ఉంటాయో చూద్దాం.

13

విద్యుచ్ఛక్తితో పని చేయించుకోవడం



1660 నాటి వాన్ గ్యూరిక్ జనరేటరు

విద్యుచ్ఛక్తిని వాడిన మొట్టమొదటి పరిశోధకులు రాగి, ఇనుము మొదలైన కొన్ని పదార్థాలు విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని (అంటే ఎలెక్ట్రాన్లను) ఆటంకం పెట్టకుండా హాయిగా సాగనిస్తాయని తెలుసుకున్నారు. రబ్బరు, గ్లాసు మొదలైన ఇతర పదార్థాలు అలా సాగనివ్వవు. దీనికి కారణమేమిటో వాళ్ళకు తెలియదు. అయితే, విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని సాగనిచ్చే పదార్థాలకు వాళ్లు వాహకములు (అంటే కండక్టర్లు) అని పేరు పెట్టారు; సాగనివ్వనివాటికి అవాహకములు (అంటే నాన్ కండక్టర్లు లేక ఇన్సులేటర్లు) అనే పేరు పెట్టారు.

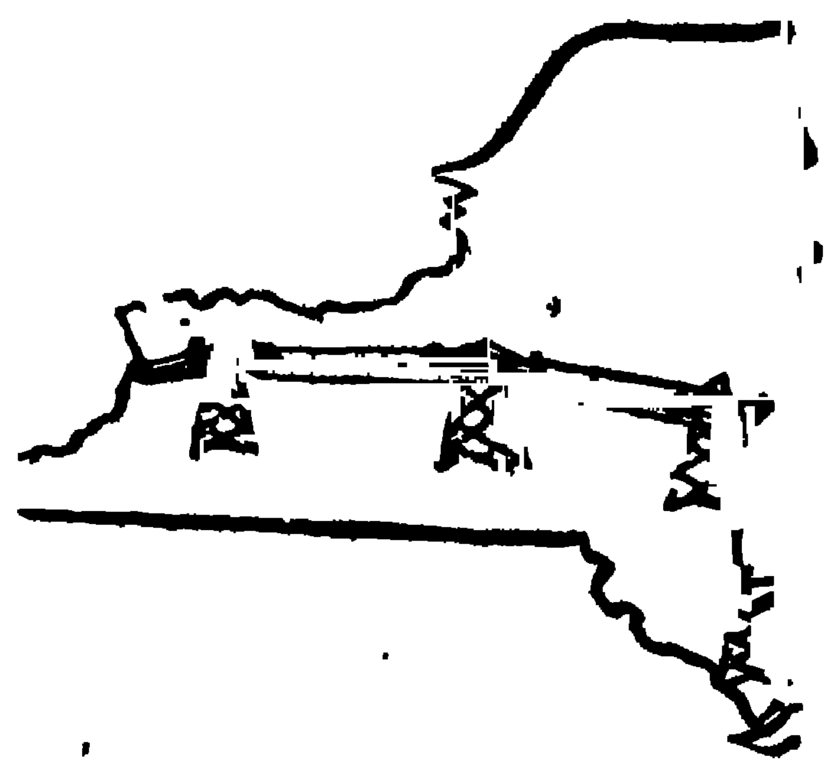
మనం ఇప్పుడు పరమాణువులు ఎలా నిర్మితమవుతాయో, విద్యుచ్ఛక్తి అంటే ఏమిటో తెలుసుకున్నాం కాబట్టి కండక్టర్ల, ఇన్సులేటర్లకీ మధ్య ఉన్న తేడాని బోధపరచగలం. తమ పరమాణువుల లోని ఎలెక్ట్రానులను విసర్జించే పదార్థాలే కండక్టర్లు. రాగి పరమాణువులు తమ వెలుపలి ఎలెక్ట్రానులను నిరంతరం ఎలా విసర్జిస్తూ ఉంటాయో మీరు జ్ఞాపకం చేసుకోండి. ఈ స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానులను రాగితీగెలో ముందుకుతోస్తూ తత్ఫలితంగా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తీగెలో సాగనివ్వవచ్చు. నాన్ కండక్టర్లు, లేక ఇన్సులేటర్లు అనే పదార్థాలు తమ ఎలెక్ట్రానులను అంటిపెట్టుకుని వుంటాయి. విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తిచేయడానికి వీలుగా విచలించే స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానులు ఈ పదార్థాలలో బహు అరుదుగా వుంటాయి.

ప్రమాదాలు వాటిల్లకుండా ఎలెక్ట్రిక్ తీగెలచుట్టూ ఇన్సులేటరు లక్షణాలున్న పదార్థాలను చుట్టబెడతారు. వీటిద్వారా విద్యుత్ ప్రవాహం పారదు కనుకనే అలా చేస్తారు. ఉదాహరణకి, గదిలోఉన్న ఎలెక్ట్రిక్ లైటు తీగెలని మనం ముట్టుకున్నా షాకు తగలకుండా ఈ ఇన్సులేటరు పదార్థం అరికట్టుతుంది.

నిరోధకం

లావుగా, బరువుగా ఉన్న తీగెకన్నా చాలా సన్నంగా ఉన్న తీగెవిద్యుత్ ప్రవాహాన్ని బాగానిరోధించగలదంటే మనంనిస్సందేహంగా విశ్వసించవచ్చు. లావుపాటి తీగెలో ముందుకు తోయవలసిన స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్య అధికంగానూ వుంటుంది; అవి విచలించడాని విశాలమైన ప్రదేశంకూడా వుంటుంది.

ఎలెక్ట్రానులు బహుదూరం పయనించాలి కనుక పొడుగాటి తీగెలో, చిన్న తీగెలోకన్నా, ఎక్కువ నిరోధకముంటుంది. పొడుగైనా, పొట్టివైనా, దళసరిగా ఉన్నా, తలవెంట్రుకంత సన్నంగావున్నా తీగెలన్నీ విద్యుత్ ప్రవాహానికి నిరోధం కలిగిస్తాయి. స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానులు తమ విచ్చలవిడి విహారాన్ని మానుకొనమని బలవంతపెడితే ప్రతిఘటిస్తాయి; తీగెలో ఒకే దిక్కున పయనించమంటే కూడా ప్రతిఘటిస్తాయి.



ఎలెక్ట్రానుల చలనానికి కారణమైన త్రోపుడుని వోల్టేజి అంటారు. ఇది వోల్టా అనే శాస్త్రజ్ఞుని పేరుమీదుగా పెట్టారు. ఉదాహరణకి నయాగరా జలపాతంనుంచి న్యూయార్కునగరం దాకా విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని తోసుకుంటూ వెళ్ళడానికి పొడుగాటి తీగెలుంటే వాటిలో ఎలెక్ట్రానులను చాలా గట్టిగా, బలంగా తొయ్యాలి. అంటే మహత్తరమైన వోల్టేజిని ఉపయోగించాలి. ఇటువంటి బహుదూరపు తీగెలలో వాడే వోల్టేజి రెండులక్షలా ముప్ఫయివేల వోల్టులదాకా వుండవచ్చు. దూరం తక్కువైనప్పుడు తక్కువ వోల్టేజి చాలు. మన ఇళ్ళలో ఉపయోగించే తీగెలపద్ధతిలో సాధారణంగా నూటపది వోల్టులుమాత్రమే అవసరం.

జనరేటర్లు

తీగెల ద్వారా ఎలెక్ట్రానులను పయనింపజేసి, తద్వారా విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసే యంత్రాలను జనరేటర్లు అంటారు. మీకు

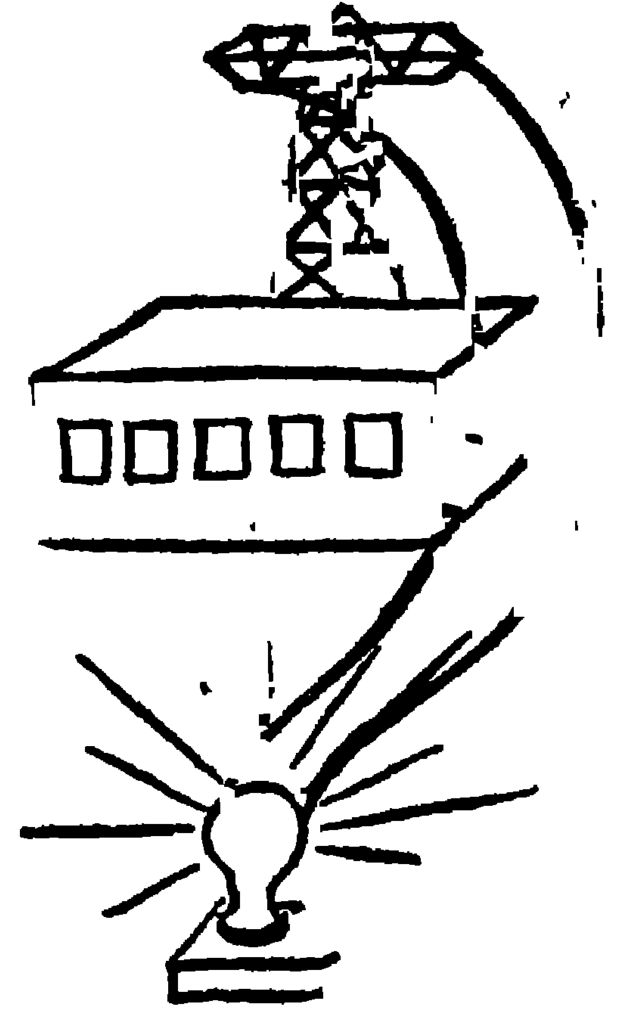
ఏదైనా ఒక ఆధునిక విద్యుత్ కర్మాగారానికి వెళ్లి అక్కడఉండే బ్రహ్మాండమైన జనరేటర్లను చూసి ఏ ఒక్కడూ కళ్లతో చూడలేని అత్యల్పమైన కణాలను తీగెలద్వారా నడిపించడానికి ఆ మహత్తరమైన జనరేట్లను నిర్మించినట్లు తెలుసుకుంటే ఒక వింత భావం జనిస్తుంది.

ఒక గుఱ్ఱపులాడం ఆకారంలోవున్న సూదంటురాయినీ, వలయాకారంలోవున్న తీగెనీ తీసుకుని మనం నిరాడంబరమైన జనరేటరుని నిర్మించవచ్చు. సక్రమమైన ఎలెక్ట్రిక్ మీటరుకు యీ తీగె కొసలు బిగించి, సూదంటురాయి అంచుల మధ్యగా తీగెని తోస్తే విద్యుత్ ప్రవాహం పారుతున్నట్లు మీటరు చూపెడుతుంది.

ఈ పరిశోధనలో ఏమిటి జరుగుతుందంటే: తీగె అయస్కాంత శక్తిరేఖలమధ్య ఆడుతున్నప్పుడు తీగెలోఉన్న స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రానులను ఆ తీగెలో ముందుకు తొయ్యడం జరుగుతుంది. ఎలెక్ట్రానుల చుట్టూ ఒకరకమైన అయస్కాంత లక్షణం ఆవహించి ఉంటుంది. దీని పైన శక్తిరేఖలు పనిచేసి తీగెద్వారా ఎలెక్ట్రానులను ముందుకు తోస్తాయి. అయస్కాంత శక్తిరేఖలమధ్య తీగెను నడిపించడంవల్ల విద్యుత్ 'వాయువు' జనించి అది తీగెద్వారా ఎలెక్ట్రానులను 'ఊదు' తుందని చెప్పవచ్చు.

బలవత్తరమైన ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తిచేయడానికి జనరేటర్లలో చాలా తీగెలుంటాయి. ప్రతివైనూ కొన్ని ఎలెక్ట్రానులను సరఫరా చేస్తుంది. అసంఖ్యాకమైన తీగెలు ఉమ్మడిగా భారీ ప్రమాణంలో ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహాన్ని, అంటే విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరా చేస్తాయి. ఏంపియర్ విజ్ఞాని పేరుమీదుగా పిలిచే ఏంపియర్ల కొలతతో యీ సరఫరా అయిన విద్యుచ్ఛక్తిని కొలుస్తారు. ఒక చిన్న జనరేటరు ఒకే ఒక ఏంపియరు విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరాచేయవచ్చు. కాని అందులో వుండే ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్య చాలా పెద్దది. ఒక ఏంపియర్ జనరేటరు సెకెండుకి ఆరుకోట్ల ఎలెక్ట్రానులకన్నా ఎక్కువే సరఫరా చేస్తుంది.

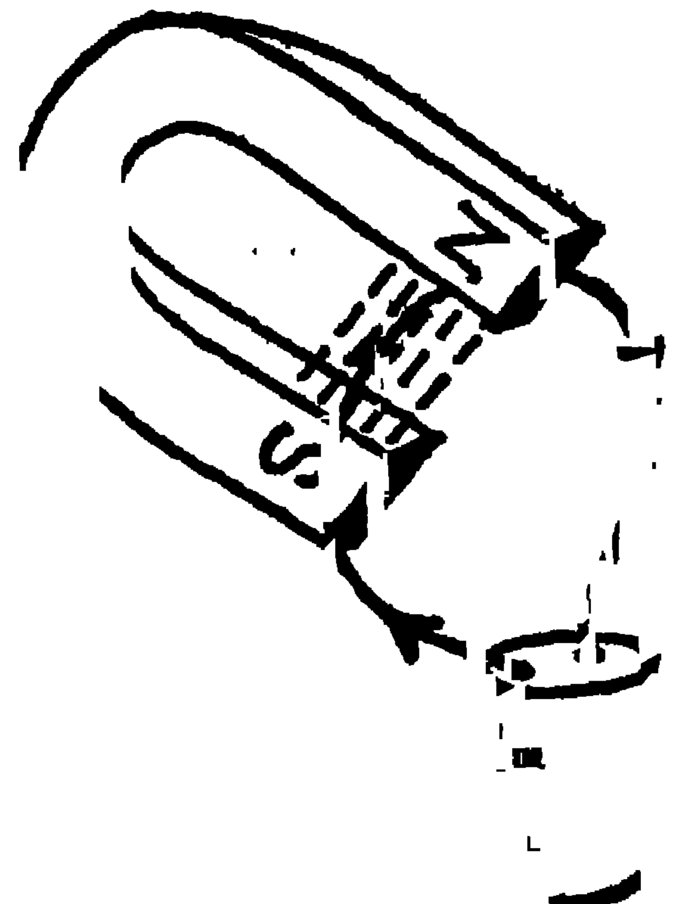
సర్వసాధారణమైన ఎలెక్ట్రిక్ లైటులోని బల్బుకి ఒక ఏంపియర్ విద్యుచ్ఛక్తిలో సంగోరుభాగం సరిపడుతుంది. అందుచేత అసం



ఖ్యాకమైన గృహాలకి, కర్మాగారాలకి విద్యుచ్ఛక్తి సరఫరాచేసే 'పవరు హౌసులు' వేలకొద్దీ ఏంపియర్ల విద్యుచ్ఛక్తిని వుత్పత్తి చేయడానికి సరిపోయేటంత పెద్దపెట్టున ఉండాలి.

ప్రతి జనరేటరు వెలుపల విద్యుచ్ఛక్తికి సంపూర్ణవలయం లేక సర్క్యూట్ విధిగా వుండితీరాలి. ఉదాహరణకి, మీ యింట్లోవుండే ఎలెక్ట్రిక్ లైటులోని రెండు తీగెలూ పవరు హౌసులో వుండే జనరేటరుకి అనుసంధానమై వుండాలి. ఈ రెండు తీగెలలోనూ ఒకదాని ద్వారా జనరేటరునుండి విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తుంది. బల్బులో ప్రవహించిన తరువాత విద్యుచ్ఛక్తి రెండవ తీగెద్వారా జనరేటరులోనికి మళ్ళా నిష్క్రమిస్తుంది. సంపూర్ణవలయంలో రెండు తీగెలూ, బల్బూ ఇమిడి వుంటాయి.

మోటార్లు



విద్యుచ్ఛక్తి తమలో ప్రవహించినప్పుడు చక్రభ్రమణాన్ని వుత్పత్తిచేసే విద్యుత్ యంత్రాలను మోటార్లు అంటారు. ఈ మోటార్లు ప్రతిరోజూ మనకి చేసిపెట్టే సదుపాయాలను జాబితా వేస్తే మీరు ఆశ్చర్యపోతారు. ఫాక్టరీలలోని యంత్రాలనూ, ట్రాము కార్లనూ, ఎలెక్ట్రిక్ రైళ్ళనూ,సినిమా యంత్రాలనూ ఈ మోటార్లే నడిపిస్తాయి. మీరెక్కే బస్సులలోని ఇంజన్లను ఎలెక్ట్రిక్ మోటార్లే స్టార్టు చేస్తాయి.

ఒక గుఱ్ఱపులాడం ఆకారపు సూదంటురాయి కొసలమధ్య ఒక తీగెనుపెట్టి దాని కొసలు ఒక జనరేటరుకి బిగిస్తే ఎలెక్ట్రిక్ మోటారు సూత్రాలను విశదంచేయవచ్చు. తీగెద్వారా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించినప్పుడు, సూదంటురాయి కొసల అడుగునుంచి తీగె బయటకు కదులుతుంది.

పటంలో చూపించినట్టు రెండు కడ్డీ సూదంటురాళ్ళను దగ్గరగా పెడితే ఆ 'కదలిక'ను మనం అర్థం చేసుకోగలం. ఒక సూదంటురాయిని టేబిలుపైన పడవేసి, రెండవదాని ఒక అంచుని దీని దగ్గరగా తీసుకొనివస్తే రెండూ పరస్పరం ఆకర్షించుకుంటాయి.



సూదంటురాళ్ళు పరస్పరం ఆకర్షించుకొంటాయి

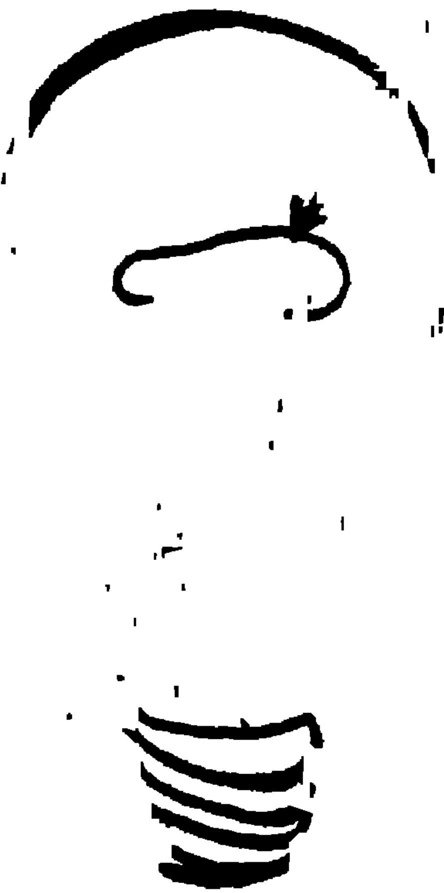


సూదంటురాళ్లు దూరంగా విడిపోతాయి

ఆ తరవాత రెండో అంచుని మొదటి సూదంటురాయి దగ్గరకు తీసుకొనివస్తే రెండూ దూరంగా విడిపోతాయి.

తీగెలోని ఎలెక్ట్రానుల చలనం అయస్కాంత లక్షణాన్ని వుత్పత్తి చేస్తుంది. గుఱ్ఱపునాడం సూదంటురాయి అంచుల మధ్య పెట్టిన తీగె కదలడానికి, దాని చుట్టూవున్న అయస్కాంత లక్షణం, సూదంటురాయి అంచులలోని అయస్కాంత శక్తిరేఖలకి విరుద్ధంగా తోసుకొనడమే కారణం. ఇది ఇందాకా చూపించిన రెండు సూదంటురాళ్ళూ పరస్పరం విడిపోవడంలాంటిదే.

టంగ్‌స్టన్ ఫిలమెంట్



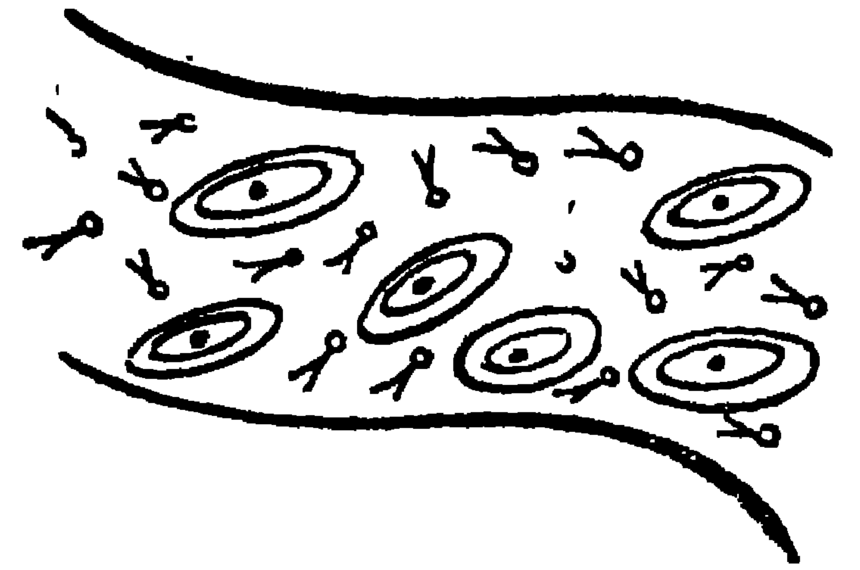
సక్రమమైన మోటారులో అసంఖ్యాకమైన తీగెలని ఒక అయస్కాంత క్షేత్రంలో అమరుస్తారు. అందువల్ల విద్యుచ్ఛక్తి వాటిలో ప్రవహించినప్పుడు అన్నింటినీ త్రోయడానికి వీలవుతుంది. ఈ బలవత్తరమైన ఉమ్మడి త్రోపుడు 'రోటరు' తిరగడానికి కారణమవుతుంది. తత్ఫలితంగా ఏర్పడే చక్రభ్రమణాన్ని ఏ రకమైన యంత్రాన్నైనా నడిపించడానికి ఉపయోగించవచ్చు.

ఎలెక్ట్రిక్ లైట్లు

మీరొక ఎలెక్ట్రిక్ బల్బును విప్పగలిగితే, దాని అడుగునున్న పీఠంనుంచి వెలువడే రెండు ఘనంగా ఉండే లోహపుతీగెలూ, వాటి కొనలమధ్య అతిసన్నని వైరూ చూస్తారు. ఈ సన్నని వైరుని 'ఫిలమెంటు' లేక 'కేసరం' అంటారు. దీన్ని 'టంగ్‌స్టన్' అనే లోహంతో తయారుచేస్తారు. ఈ లోహం విద్యుచ్ఛక్తిని బాగా సాగనిస్తుంది. దీని పరమాణువులు ఎలెక్ట్రానులను ఎగిరిపోనిస్తాయి; టంగ్‌స్టన్ తీగెలో స్వేచ్ఛా ఎలెక్ట్రాను లుంటాయన్నమాట.

బల్బులోని కేసరాన్ని జనరేటరుకి అనుసంధిస్తే కేసరంద్వారా ఎలెక్ట్రానులు తోసుకుపోవడానికి ప్రయత్నిస్తాయి. ఈ కేసరం మానవుల తలవెంట్రుకలంత సన్నంగా ఉంటుంది. కనుక కొద్దిపాటి ఎలెక్ట్రానులే తప్ప అన్నీ సులభంగా నిర్గమించలేవు. అయినా విద్యుత్

రూపంలో వత్తిడి, లేక వోల్టేజితో స్తూవుండడంవల్ల అసంఖ్యాక మైన ఎలెక్ట్రాన్లు తోసుకుపోవడానికే ప్రయత్నిస్తాయి. పర్యవసానంగా, కేసరంలో ఎలెక్ట్రాన్లు క్రిక్కిరిసివుంటాయి. ఇవి నిరంతరం టంగ్‌స్టన్ పరమాణువులని 'పైనపడి' తోస్తాయి.


కేసరంలో ఎలెక్ట్రాన్లు క్రిక్కిరిసి ఉండి, నిరంతరం టంగ్‌స్టన్ పరమాణువులను 'పైనపడి తోస్తాయి

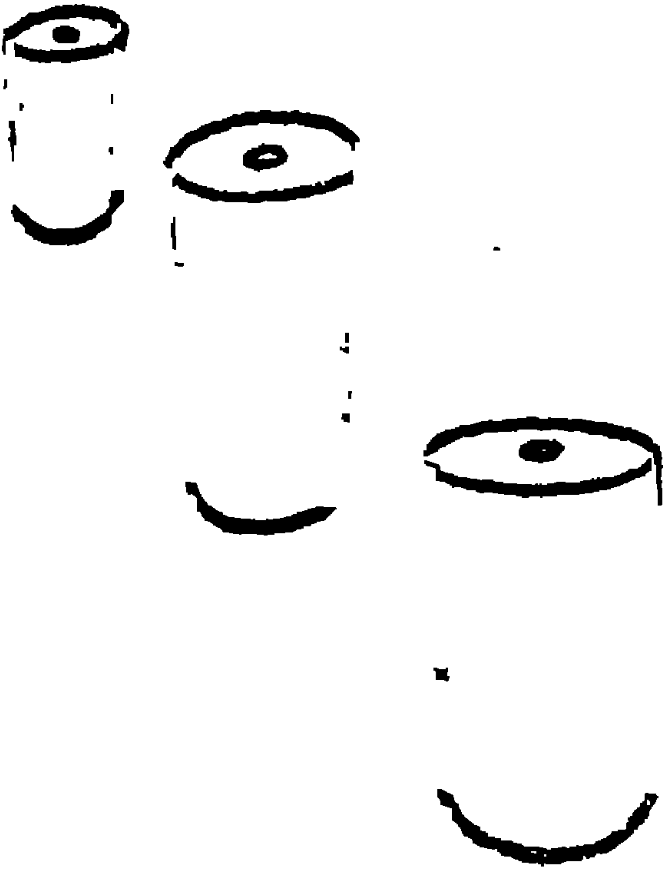
అచిరకాలంలో పరమాణువులు మహోద్రేకంగా విచలిస్తాయి. అయిదవ ప్రకరణంలో ఏమిటి చెప్పామో మీరు జ్ఞాపకం పెట్టుకుంటే, త్వరితగతిలో పరమాణు సంచలనం వేడిని పుట్టిస్తుందని గుర్తుతెచ్చుకొంటారు. ఆ విధంగా టంగ్‌స్టన్ కేసరం వేడెక్కి మండడం మొదలు పెట్టి కాంతిని ప్రసాదిస్తుంది.

ఈ కేసరాన్ని గ్లాసుబల్బులో కట్టుదిట్టంగా నిక్షిప్తంచేస్తారు. అందువల్ల కేసరం పరిసరాలనుండి గాలిలో ఉండే ఆమ్లజనిని దూరం చేయడం జరుగుతుంది. ఆమ్లజనిగాని అక్కడ వుంటే, అది వేడెక్కిన టంగ్‌స్టన్‌తో సమ్మేళనమవుతుంది. అంటే అది కాస్తా రూపు లేకుండా మండిపోతుందన్నమాట. ఇటువంటిది సంభవించకుండా బల్బు గాలిని ఏమాత్రం లోనికి రానివ్వదు.

బ్యాటరీలు

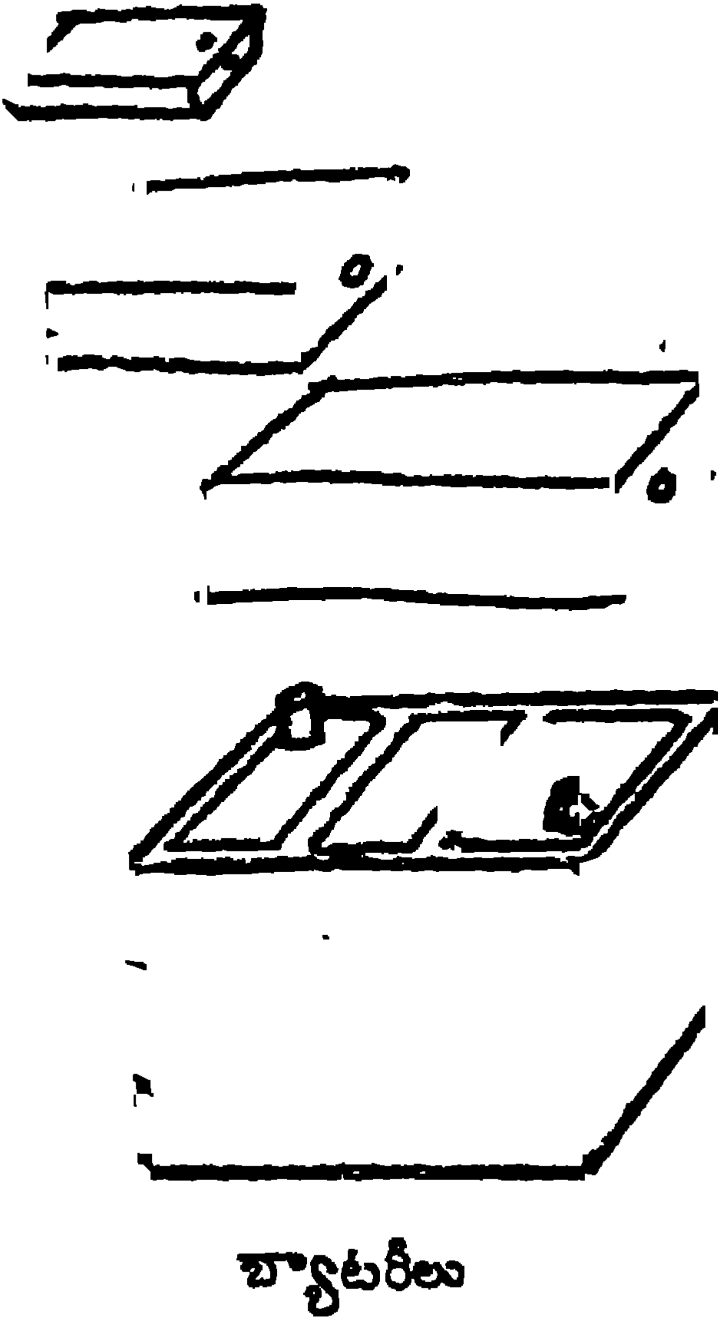
రసాయనిక సాధనాలద్వారా బ్యాటరీలు ఎలెక్ట్రాను ప్రవాహాన్ని ఉత్పత్తి చేస్తాయి. అంటే, బ్యాటరీలో రసాయనిక ప్రతిక్రియలు ఉద్భవించి తత్ఫలితంగా విద్యుత్ ప్రవాహం జనిస్తుంది. ఒకరకమైన బ్యాటరీలను 'పొడి' విద్యుత్ ఘటాలవల్ల తయారుచేస్తారు. మనం టార్చిలైట్లలో ఉపయోగించే బ్యాటరీలు ఇలాంటివే. అందులో ద్రావకం ఏదీ ఉండదు కనుక అది పొడిగా వుంటుందనుకొంటాంగాని నిజంగా, లోపలవుండే రసాయనిక పదార్థాలు తేమగానే ఉంటాయి. ఇంకొకరకం వాటిని తడి విద్యుత్ ఘటాలవల్ల నిర్మిస్తారు. ఈ ఘటాలలో ద్రావకాలని నింపుతారు. తడి విద్యుత్ ఘటాల బ్యాటరీలలో సర్వసాధారణమైన రకాన్ని మోటారుకార్లలో ఉపయోగిస్తారు.

ఏదైనా బ్యాటరీలో రసాయనిక ప్రతిక్రియ సంభవించి, ఎలెక్ట్రాన్ల వెల్లువ, లేక విద్యుత్ ప్రవాహం జనిస్తుంది. ఈ ప్రతిక్రియలు బ్యాటరీలోని ఒక కొనలో ఎలెక్ట్రాన్లను క్రిక్కిరిసినట్లు కుక్కుతాయి; రెండవ కొననుండి ఆ ఎలెక్ట్రాన్లను తీసుకొని పోతాయి.



ఈ రెండు కొనలకి ఒక తీగెను అనుసంధిస్తే ఎలెక్ట్రానులు లేక విద్యుత్ కరెంటు ఆ తీగెద్వారా ప్రవహిస్తాయి. అవి ఎక్కువ ఎలెక్ట్రానులున్న కొననుంచి ఎలెక్ట్రానులు లోపించిన కొనకు ప్రవహిస్తాయి. కొంత పరిమాణంలో కరెంటుని బయటకు తీసుకున్నాక బ్యాటరీ ఘటాలు నిస్సారమవుతాయి. దానినే డిశ్చార్జి అవడం అంటారు. పొడివిద్యుత్ ఘటాలను మళ్ళీ ఛార్జి చేయడానికి వీలువుండదు. అవి నిస్సారమయ్యాక, నిరుపయోగమైనందువల్ల బయట పారెయ్యాలి. మోటారుకార్లలో ఉపయోగించే తడి విద్యుత్ ఘటాలవంటి బ్యాటరీలను మళ్ళా ఛార్జి చేయవచ్చు. ఇలా మళ్ళీ ఛార్జి చేస్తున్నప్పుడు రసాయనిక ప్రతిక్రియలు తలక్రిందులయేటట్లు బ్యాటరీలోనికి కరెంటుని బలవంతంగా కుక్కుతారు. అందువల్ల బ్యాటరీలో ఛార్జి నిండుగా ఉంటుంది.

సూర్య - బ్యాటరీలు



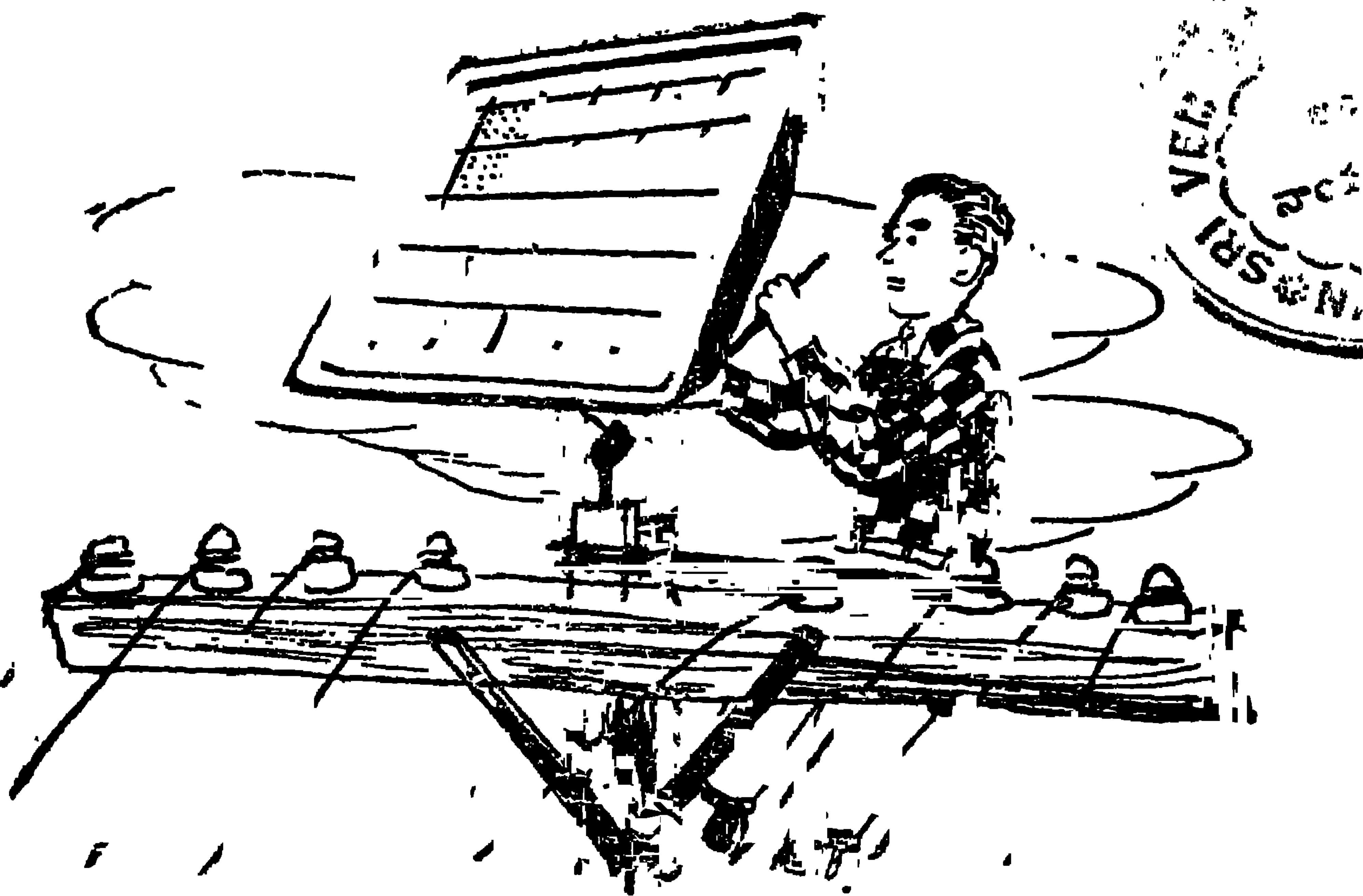
బ్యాటరీలు

సూర్యరశ్మిలోంచి విద్యుచ్ఛక్తిని సూర్య-బ్యాటరీ 'తయారు' చేస్తుంది. దీనిని సరికొత్తగా కనిపెట్టారు. 1955 లో దీనిని మొట్టమొదటిసారి ఆచరణయోగ్యంగా వినియోగించారు. ఆ సంవత్సరంలో సూర్య బ్యాటరీని టెలిఫోను స్తంభంపై అమర్చి టెలిఫోను తీగెలను దానికి అనుసంధానం చేశారు. బోలెడు టెలిఫోన్లు పనిచేయడానికి సరిపోయే విద్యుచ్ఛక్తిని ఇది అందిస్తుంది. 'సిలికన్' అనే ధాతువుతో తయారుచేసిన గుండ్రని బిళ్ళలెన్నో ఈ బ్యాటరీ లోపల వుంటాయి. ఈ బిళ్ళలను తీగెలద్వారా అనుసంధిస్తారు. ఈ బిళ్ళలమీద సూర్యరశ్మి ప్రకాశించినప్పుడు అవి ఎలెక్ట్రానులను ప్రసాదిస్తాయి. దీనిని 'తేజోవిద్యుత్ ఫలితం', లేక 'ఫోటో ఎలెక్ట్రిక్ ఎఫెక్టు' అంటారు. దీనిని ముందు ముందు 129 పుటలోనూ 130 పుటలోనూ వివరిస్తాం. ఈ ఎలెక్ట్రానులు తీగెలగుండా ప్రవహించి ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటుగా రూపొందుతాయి.

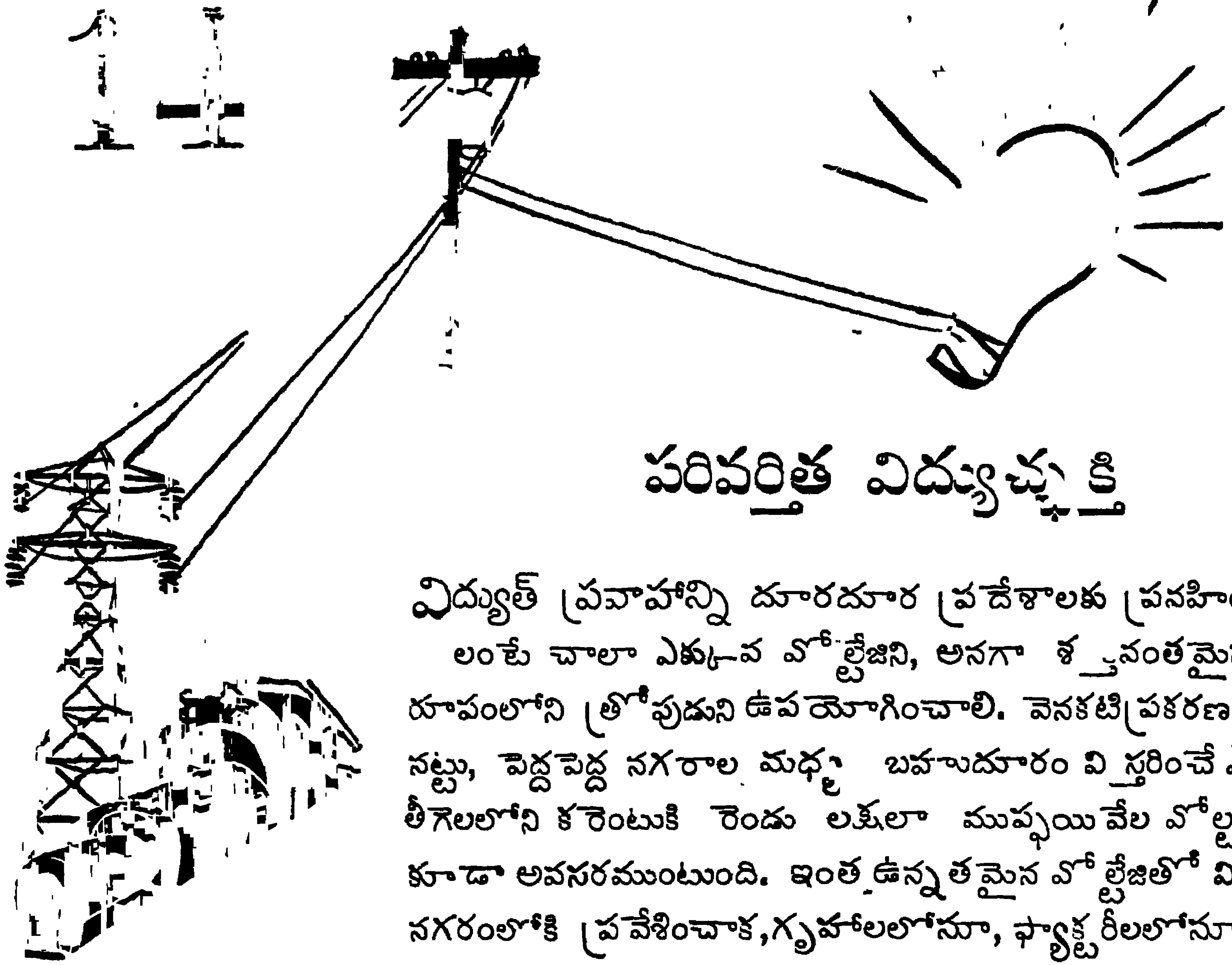
సూర్యుడు ప్రకాశిస్తున్నప్పుడే సూర్యబ్యాటరీలు విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేస్తాయి కనుక వీటిలో, ఇంతకుముందు చెప్పిన రసాయనిక విద్యుత్ ఘటాల బ్యాటరీలను కూడా వాడాలి. రసాయనిక బ్యాటరీలు

రాత్రిపూట విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరాచేస్తాయి. పగటిపూట సూర్యబ్యాటరీలు విద్యుచ్ఛక్తిని సరఫరా చేయడమేకాకుండా, రసాయనిక బ్యాటరీలను మళ్లా ఛార్జి చేస్తూ వుంటాయి.

దీనివల్ల కొద్దిపాటి విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తి చేయడానికి ఎంతో శ్రమపడుతున్నట్టు కనబడుతుందిగాని, మొట్టమొదటి ఎలెక్ట్రిక్ జనరేటర్లు కూడా అతి చిన్నవనీ, నీరసంగా ఉండేవనీ మరచిపోకూడదు. ఇవాళ ఆధునికమైన జనరేటర్లు మహత్తర పరిమాణంలో విద్యుచ్ఛక్తిని వుత్పత్తి చేస్తున్నాయి; అలాగే శాస్త్రజ్ఞులు సూర్యబ్యాటరీలమీద పరిశోధనలు కొనసాగించాక ఎప్పుడో ఒకనాడు వాటినుండికూడా మహత్తర పరిమాణంలో విద్యుచ్ఛక్తిని ఉత్పత్తిచేసే సాధనాలను కనిపెట్టవచ్చు. అటువంటిదానిని కనిపెట్టడమే సంభవిస్తే మీ యింటి పెరట్లో మీ యింటికి కావలసినంత విద్యుచ్ఛక్తిని తయారుచేసే స్వంత సూర్య-బ్యాటరీని పెట్టుకోనవచ్చు.



టెలిఫోన్ స్తంభంపైన సూర్య-బ్యాటరీ సంస్థాపన

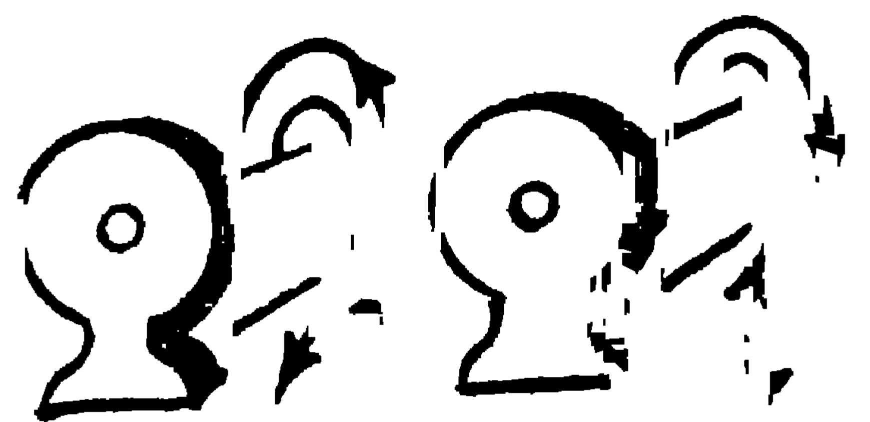


పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి

విద్యుత్ ప్రవాహాన్ని దూరదూర ప్రదేశాలకు ప్రవహింపజేయాలంటే చాలా ఎక్కువ వోల్టేజిని, అనగా శక్తివంతమైన విద్యుత్ రూపంలోని త్రోపుడుని ఉపయోగించాలి. వెనకటి ప్రకరణంలో చెప్పినట్టు, పెద్దపెద్ద నగరాల మధ్య బహుదూరం విస్తరించే ఎలెక్ట్రిక్ తీగెలలోని కరెంటుకి రెండు లక్షలా ముప్పయివేల వోల్టుల వత్తిడి కూడా అవసరముంటుంది. ఇంత ఉన్నతమైన వోల్టేజితో విద్యుచ్ఛక్తి నగరంలోకి ప్రవేశించాక, గృహాలలోనూ, ఫ్యాక్టరీలలోనూ ఉపయోగించడానికి అనువైనంత తక్కువ వత్తిడిలోనికి దానిని పరివర్తింప జేయాలి. అంత ఉన్నతమైన వోల్టేజి గల విద్యుచ్ఛక్తిని ఇళ్ళలో ఉపయోగించడం చాలా ప్రమాదకరంగా పరిణమిస్తుంది. సర్వ సాధారణమైన ఇన్సులేటరులో కూడా ఈ ఉన్నత వోల్టేజి గల విద్యుచ్ఛక్తి తోసుకొనిపోయి, దానిని ఒక అడుగు ఎత్తుకి గాలిలో ఎగిరేటట్టు చేయగలదు. ప్రజలకి ఎలెక్ట్రిక్ షాకు తగిలి వెంటనే మరణిస్తారు. అగ్ని ప్రమాదాలు జరిగి అన్నీ అంటుకుంటాయి. అటువంటి ఉన్నత వోల్టేజి విద్యుచ్ఛక్తి మన గృహాలలో సేవకుడుగా పని చెయ్యదు; ప్రమాదకరమైన ప్రబల శత్రువుగా దాపురిస్తుంది.

వోల్టేజిని సురక్షితమైన స్థాయిలోకి తగ్గించడానికి 'ట్రాన్స్‌ఫార్మర్ల'ను ఉపయోగిస్తారు. ఆ ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లు పని చేయడానికి వాటిలో ఒక ప్రత్యేకమైన రూపంలో ఉండే విద్యుచ్ఛక్తిని వాడుతారు. ఈ ప్రత్యేకమైనదానిని పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి, లేక ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటు అంటారు. దీనినే పొడి అక్షరాలతో 'ఏ. సి.' అంటారు. ఈ పద్ధతి మీకు వింతగా కనిపించవచ్చు. పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తిని వహి

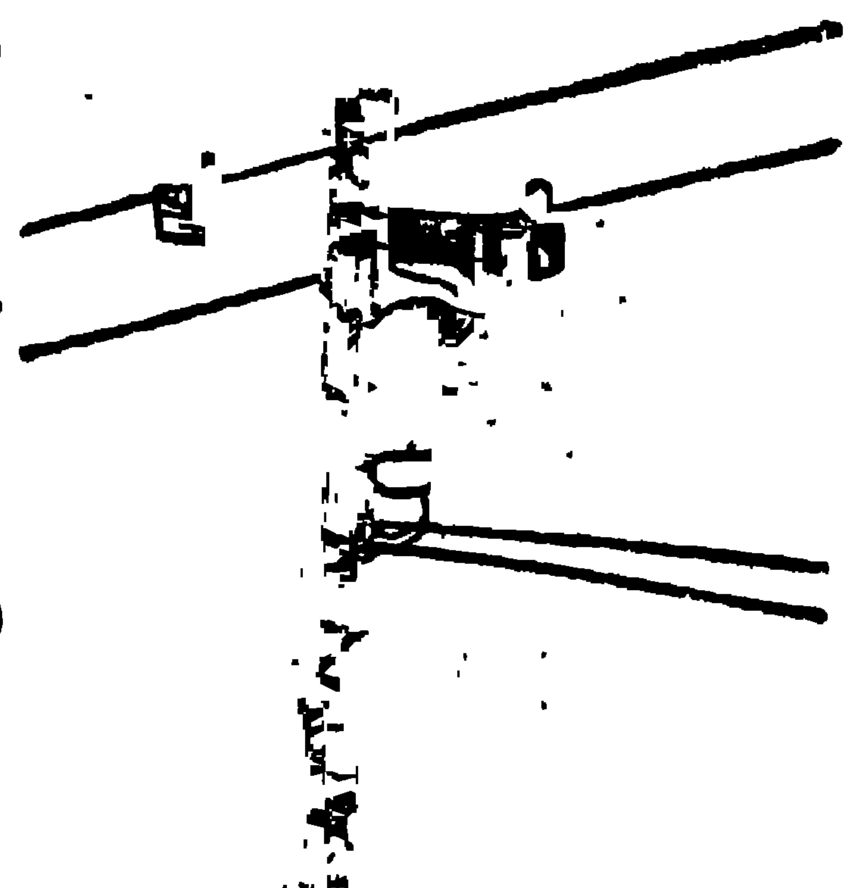
స్తున్న తీగెలో ఆ కరెంటు అతి కొద్ది వ్యవధులలో తాను ప్రవహించే దిక్కులను మార్చుకుంటుంది. అంటే, ఒక సెకండులోని కొద్ది భాగంసేపు అది ఒక దిక్కున ప్రవహిస్తుంది; వెను వెంటనే దానికి వ్యతిరిక్తమైన మరొక దిక్కున ప్రవహిస్తుంది. ఒక దిక్కునుంచి ఇంకొక దిక్కుకిమారడం, మళ్ళా యథావిధిగా పాతదిక్కుకి మళ్ళడం మొదలైనమార్పుని 'సైకిల్' లేక 'వలయం' అంటారు. మనం ఉపయోగించే పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తిలో ఇది సెకెండుకి అరవైసార్లు జరుగుతుంది. అందుకే దానిని '60-సైకిల్' ఆల్టర్నేటింగ్ కరెంటు అని పిలుస్తారు. ఏ. సి. మోటారుపైన దానిని తయారుచేసిన వాళ్ళ ట్రేడు మార్కుని పరికిస్తే దానిమీద '60-సైకిల్' అనే అక్షరాలను ముద్రించడంకూడా మీరు గమనిస్తారు.



పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తితో విద్యుచ్ఛక్తి తీగెలో కాసేపు ఒక వైపు వెళ్లుతున్నది వెళ్ళుతున్నట్లే మళ్ళీ క్షణంలో మరోవైపు తిరిగి ప్రవహిస్తుంది

తీగెలో విద్యుచ్ఛక్తిని మొదట ఒక దిక్కున ప్రవహింపజేయడం, మళ్ళా దానిని యింకో దిక్కుకు మళ్ళించడం మొదలైన యింత శ్రమ ఎందుకు తెచ్చిపెట్టుకోవడం? ఎలెక్ట్రానులను ఒకే దిక్కులో ప్రయాణం చేసేటట్టు కదిపి,వాటిని అలాగే వెళ్ళనిస్తే ఏ చిక్కూ ఉండదు కదా?

ఈ ప్రశ్నలకే యాభై సంవత్సరాల కిందట పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి ప్రచారకులు సమాధానాలు చెప్పవలసి వచ్చింది. వాళ్ళు, ఏకముఖంగా సాగే డైరెక్టు కరెంటుకి బదులు ఈ పద్ధతిని వాడుక చేయమని ప్రతిపాదించినప్పుడు ఇవే ప్రశ్నలు ఉదయించాయి. వాళ్ళ సమాధానం చాలా ముక్తసరిగా ఉండేది. విద్యుచ్ఛక్తిని దూర ప్రదేశాలకు ప్రవహింప జేయడానికి వున్నతమైన వోల్టేజి అవసరం. ఇళ్ళలోనూ, ఫాక్టరీలలోనూ వాడుకొనడానికి తక్కువ వోల్టేజి కావాలి. పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తితో ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లు అవసరాన్నిబట్టి కరెంటు వోల్టేజిని పెంచనూగలవు; తగ్గించనూగలవు. టాన్స్‌ఫార్మర్లలోకదిలే భాగాలు ఏమీ ఉండవు. జనరేటర్లు సమర్థంగా ఉత్పత్తి చేసే వోల్టేజిలకన్నా చాలా ఎక్కువ వోల్టేజిలను ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లు నిర్వహించగలవు.

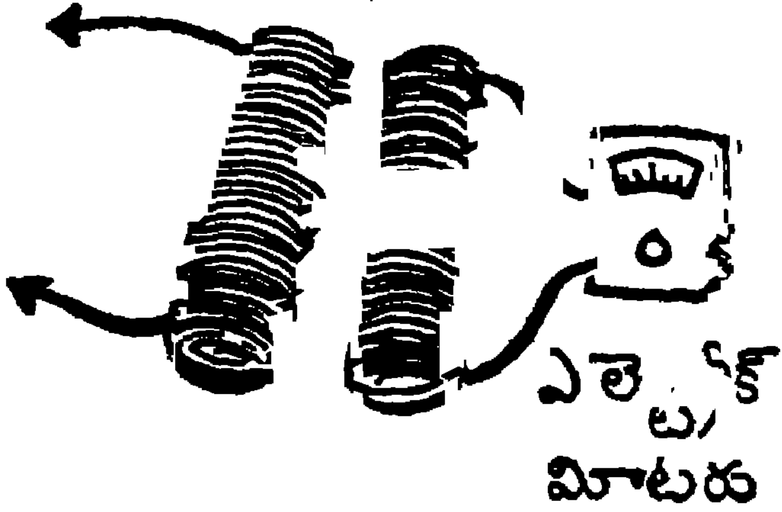


డైరెక్టు కరెంటుతో, ట్రాన్స్‌ఫార్మరువంటి ఏ సులభ పరికరం కూడా వోల్టేజిని హెచ్చించడానికీ, తగ్గించడాని వీలుగా పని చెయ్యదు. డైరెక్టు కరెంటులోని వోల్టేజిని మార్చడానికి 'మోటారు జనరేటరు' యంత్రాలు అవసరమవుతాయి.

పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తిలో ఇంకొక సదుపాయం కూడా ఉంది. విద్యుద్దీప స్తంభాలపై ఉండే ఎ.సి. జనరేటర్లని డి.సి. జనరేటర్లకన్నా భారీసైజులలో నిర్మించవచ్చు. లోహపేటికలు ట్రాన్స్‌ఫార్మర్లే

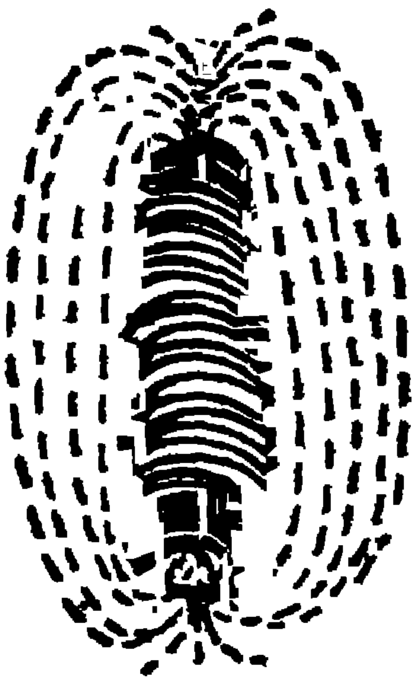
ఉదాహరణకి అయిదు లక్షలమంది ప్రజలు నివసించే నగరానికి సరిపడే విద్యుచ్ఛక్తిని ఒకే ఒక ఏ. సి. జనరేటరు సరఫరా చేయడానికి ఆస్కారముంది. ఆ పరిమాణంలో కావలసిన విద్యుచ్ఛక్తిని నూరు డి. సి. జనరేటర్లు నిర్మిస్తేనేగాని సరఫరా చేయడం వీలవదు.

ట్రాన్స్‌ఫార్మరు ఎలా పనిచేస్తుంది?



ట్రాన్స్‌ఫార్మరు అయస్కాంతత్వ సూత్రంపైన పని చేస్తుంది. రెండు తీగె చుట్టలను ప్రక్క-ప్రక్కల పెట్టి మనం సాధారణ ట్రాన్స్‌ఫార్మరుని తయారు చేయవచ్చు. ఒక తీగెచుట్టని పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి మూలస్థానరానికి అనుసంధిస్తే చాలు, ఆ రెండు చుట్టలకి మధ్య ఎటువంటి కలయికా లేకపోయినా, రెండో చుట్టలోకూడ విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించడం మనం గమనిస్తాం.

దీనికి కారణం మరేం లేదు. తీగెలో విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తున్నంత సేపూ మొదటి చుట్టచుట్టూ ఒక అయస్కాంత క్షేత్రం ఉంటుంది. కాని పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తి నిరంతరం ప్రయాణదిక్కు మార్చుకుంటూ ఉంటుంది కనుక, అది నిరంతరం ఆగిపోతూ, మళ్ళా ప్రారంభమవుతూ ఉంటుంది. అంటే విద్యుచ్ఛక్తి దిక్కుని మార్చుకుంటున్నప్పుడల్లా అయస్కాంతక్షేత్రం అదృశ్యమై, మళ్ళా ఉదయిస్తూ ఉంటుం దన్న మాట. తత్ఫలితంగా అయస్కాంతక్షేత్రం నిరంతర భ్రమణంలో ఉంటుంది. అయస్కాంతక్షేత్రం ఉదయించినప్పుడు అది తీగె చుట్టలోంచి వెలుపలికి కదులుతుంది; అదృశ్యమైనప్పుడు తీగె చుట్ట లోనికి కదులుతుంది. ఈ విధంగా అయస్కాంతత్వం రెండవ తీగెచుట్టలో కూడా నిరంతరభ్రమణం చేస్తుంది. జనరేటర్లలో జరిగే పద్ధతికీ, దీని నిజానికి ఏమీ తేడా లేదు. ట్రాన్స్‌ఫార్మరులో తీగెలు నిశ్చలంగా ఉంటాయి. అయస్కాంతత్వమే కదులుతూ ఉంటుంది.



విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తున్నంత సేపూ తీగె చుట్టచుట్టూ అయస్కాంత క్షేత్రం ఉంటుంది.

నిరంతర పరిభ్రమణమున్న అయస్కాంతత్వం ప్రేరేపించడం వల్ల రెండవ తీగెచుట్టలో కూడా ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహం వుంటుంది. రెండవ తీగెచుట్టలో తయారు చేసిన దాని వోల్టేజి ఆ రెండు చుట్టల లోని తీగెలను ఎన్నిసార్లు చుట్టబెట్టారో ఆ లెక్కనిబట్టి నిర్ణయమవుతుంది. మొదటిదానిలో నూరుచుట్లు, రెండవదానిలో రెండువందలచుట్లూ, అంటే రెట్టింపూ వుంటే, మొదటిదానిలోకి అందించిన వోల్టేజికి రెట్టింపు రెండవదానిలో వుత్పన్న మవుతుంది.



మొదటిచుట్టనుంచి అయస్కాంత క్షేత్రం బయటికి తప్పుకోగానే విద్యుత్ ప్రవాహం రెండవ చుట్ట లోకి ప్రేరిత మవుతుంది.

ఈ విషయాన్ని ఒకవిధంగా వివరించవచ్చు. పరిభ్రమించే అయస్కాంతత్వంలోనిఅయస్కాంత'వాయువు'మొదటిదానిలోకన్నా రెట్టింపు పరిమాణమున్న తీగెపై పనిచేస్తుంది. అందుచేత ఈ అయస్కాంత 'వాయువు'కి రెట్టింపుబల మున్న త్రోపు సంక్రమిస్తుంది. అంటే మొదటి దానిలోని వోల్టేజికన్నా రెట్టింపు దీనిలో ఉంటుం దన్నమాట.

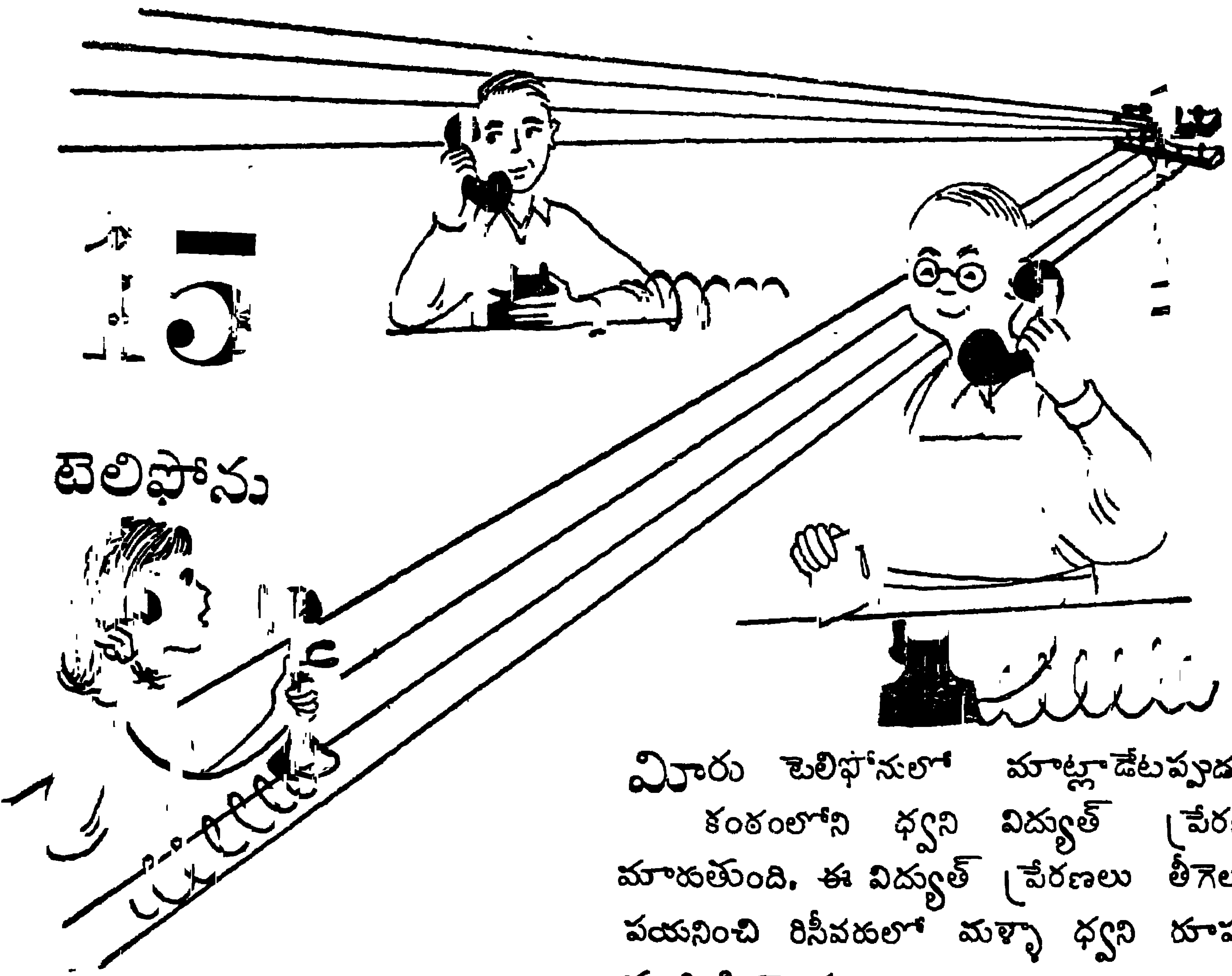
దీనికి వ్యతిరిక్తమైన పద్ధతిలోకూడా ఇది పని చేస్తుంది. మొదటి చుట్టలోని చుట్లను వృద్ధిచేస్తే రెండవదానిలో వోల్టేజి తక్కువగా ఉంటుంది. ఈ విధంగా నూటపది వోల్టుల పరివర్తిత విద్యుచ్ఛక్తిని, ఒక ట్రాన్స్‌ఫార్మరు అయిదువందలా యాభై వోల్టుల కరెంటుగా మార్చగలదు; లేదా అయిదువందలా యాభై వోల్టులను నూటపది వోల్టుల కిందకూడా మార్చగలదు. ట్రాన్స్‌ఫార్మరులోఉన్న తీగె చుట్టలలోని చుట్ల సంఖ్యను మారిస్తే చాలు, ఎన్ని రకాలుగానో వోల్టేజి నిష్పత్తిని మార్చడానికి వీలవుతుంది.



అయస్కాంత క్షేత్రం మళ్ళీ మొదటి చుట్టవేపు మళ్ళగానే విద్యుత్ ప్రవాహం యథాప్రకారం ప్రేరితమవుతుంది.

ఇగ్నిషన్ కాయిల్

మోటారుకారులో ఉండే ఇగ్నిషన్‌కాయిల్ ఒక చిన్న ట్రాన్స్‌ఫార్మరు. అది కారు బ్యాటరీలోని ఆరునుంచి పన్నెండు వోల్టుల కరెంటుని చాలా ఎక్కువ వోల్టేజిగా మారుస్తుంది. ఒకప్పుడు ఇది ఇరవైవేల వోల్టులదాకా ఉంటుంది. ఈ ఉన్నతమైన వోల్టేజి ఇంజను సిలిండరులో వుండే స్పార్కుప్లగ్గులో రవ్వను జనింప జేస్తుంది. ఈ రవ్వే సిలిండరులో పెట్రోలు ఆవిరిని జ్వలింపజేస్తుంది.



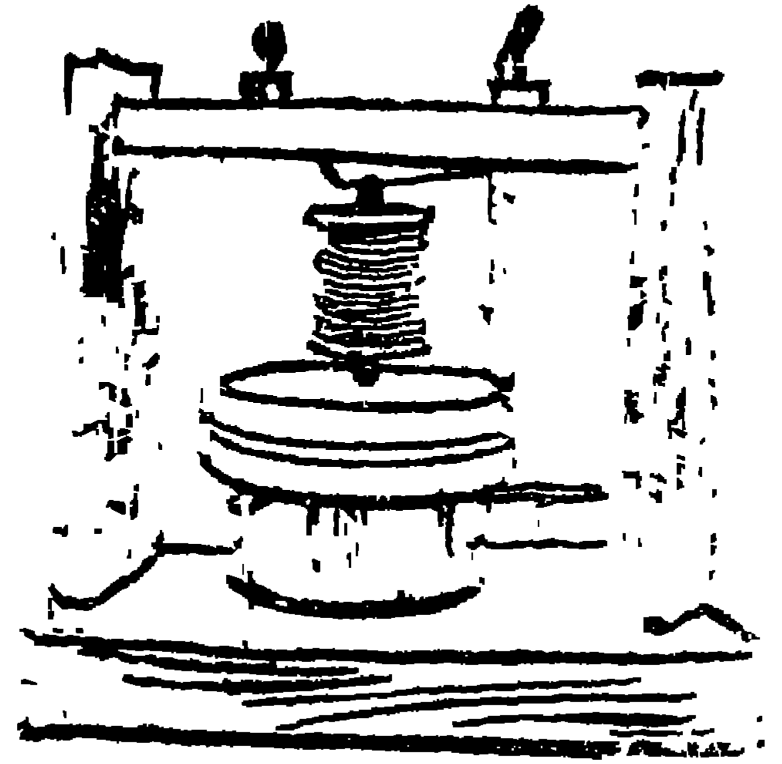
15 టెలిఫోను

మీరు టెలిఫోనులో మాట్లాడేటప్పుడు మీ కంఠంలోని ధ్వని విద్యుత్ ప్రేరణలకింద మారుతుంది. ఈ విద్యుత్ ప్రేరణలు తీగెలద్వారా పయనించి రిసీవరులో మళ్ళా ధ్వని రూపంలోనికి మార్పిడి చెందుతాయి.

ధ్వని గురించి మానవులు సహస్రాబ్దాలనుంచీ ఆలోచించి పరిశోధనలు చేస్తూనే వున్నారు. అయితే ఇంచుమించు గడచిన నూరేళ్ళలోనే ధ్వని చెప్పుకోదగినంత బాగా మానవులకు అవగాహన అయింది. రెండువేలా మూడువందల సంవత్సరాలక్రిందట జీవించిన 'అరిస్టోటల్' అనే గ్రీకు వేదాంతి ధ్వని స్వరూపం గురించి అద్భుతంగా ఊహించాడు. స్పందించే వస్తువులు పరిసరవాయువుల్ని డీకొనడంవల్ల గాలి సంకోచ వ్యాకోచాలు అంటే ముడుచుకోవడం, సాగడం పొంది ధ్వని ఉత్పన్నమవుతుందని అతడు సూచించాడు. అయితే అతని సిద్ధాంతాన్ని నిరూపించడానికిగాని, నిరాకరించడానికిగాని ఎవరూ శతాబ్దాల తరబడి పట్టించుకోలేదు. చిట్టచివరకు పందొమ్మిదవ శతాబ్దంలో ఆసక్తి మళ్ళా మొలకెత్తి, ఎందరో విజ్ఞానులు ధ్వని గురించి తర్కించి పరిశోధనలు మొదలుపెట్టారు. జి.యస్.ఓమ్, లార్డ్ కెల్విన్, హెచ్. వాన్ హెల్మ్ హోల్ట్జ్ మొదలైన విజ్ఞానులెందరో ధ్వని శాస్త్ర ప్రాథమిక సూత్రాలను విరచించారు. వీటికితోడు, మనచెవులు ధ్వనిని ఎలా పసిగడతాయో,



అంటే మనం ఎలా వింటామో వివరించే సిద్ధాంతాన్ని హెల్మ్ హోల్ట్జు ప్రతిపాదించాడు. దీనిని గురించి ఈ ప్రకరణంలో చాలా చెప్పవలసిన దుంది.



బెల్ విజ్ఞాని కనిపెట్టిన మొద టెలిఫోను.

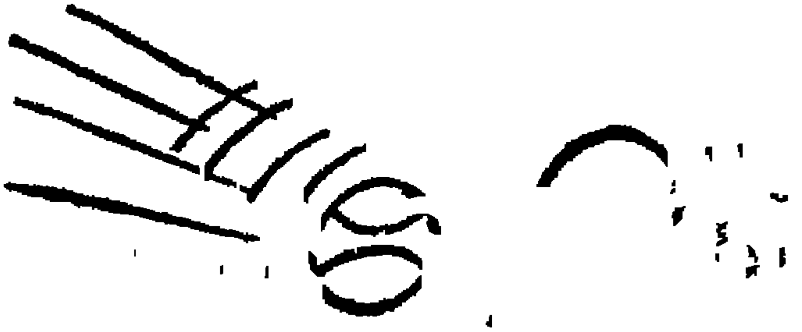
మొత్తంమీద అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ అనే మహనీయ అమెరికన్ విజ్ఞాని టెలిఫోనుయంత్రాన్ని కనిపెట్ట డానికి వీలుగా అప్పటికి పరిస్థితులు పరిపక్వంగా ఉన్నాయి. విద్యుచ్ఛక్తి యొక్క ప్రాథమిక లక్షణాలన్నీ ఇమిడే సూత్రాలను వోల్టా, ఏంపియర్ మొదలైన విజ్ఞానులు విరచించారు. కెల్విన్, హెల్మ్హోల్ట్జు మొదలైనవాళ్ళు ధ్వని ఎలా ఉత్పన్నమవుతుందో, దానిని మనం ఎలా ఆకర్ణించగలమో వివ రించారు. ఇంక మిగిలినదల్లా ఈ రెండు విజ్ఞానక్షేత్రాలనూ ఒకటిగా సంకలనంచేసి, తీగెల ద్వారా ధ్వనిని పయనింపజేయగలిగిన మహాను భావుడు రంగంలోనికి అడుగుపెట్టడమే. అతడే గ్రాహమ్ బెల్. 1876 లో అతడి పరిశోధనలు ఫలించాయి; ఏళ్ళతరబడి పడ్డ శ్రమ అతనికి విజయమకుటాన్ని ప్రసాదించింది. టెలిఫోను ఉద్భవించింది.

అంతేకాదు, ఇతర శాస్త్రజ్ఞులు విజ్ఞానసౌధాలు నిర్మించడానికి అనువుగా అతడి పరిశోధనలూ, విజయాలూ పునాదులు వేశాయి. గ్రామఫోను, రేడియో, టెలివిజన్ మొదలైన విద్యుత్ సాధనాలను కనిపెట్టినవాళ్ళంతా గ్రాహమ్బెల్ విజ్ఞానికి ఋణపడ్డవాళ్ళే! గ్రాహమ్ బెల్ కూడా తనకు పూర్వమున్న శాస్త్రజ్ఞుల కెంతో ఋణపడ్డాడు.

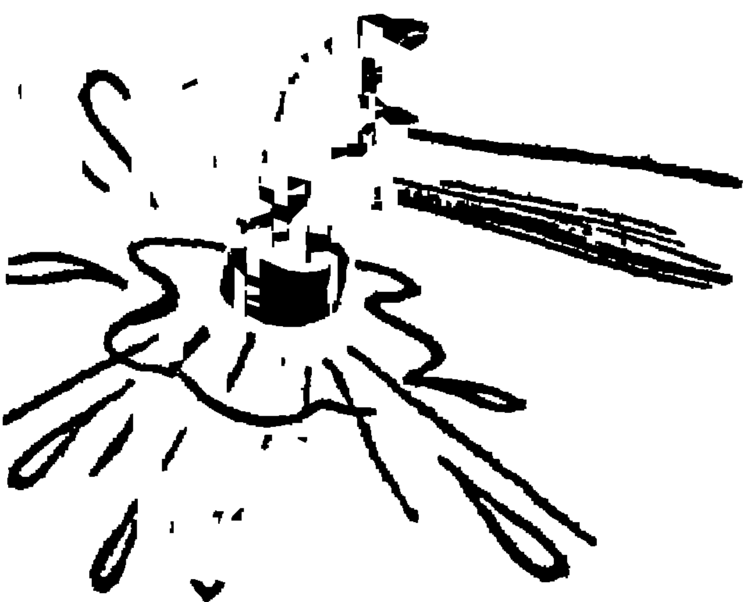
ధ్వని

టెలిఫోను గురించి వివరించడానికి ముందు, ధ్వని అంటే ఏమిటో విపులంగా వర్ణించి, దానిని మనం ఎలా వింటామో తెలియ జేయడం చాలా మంచిది. మీరు మైదానంలో కూర్చొని క్రికెట్ ఆటను చూస్తున్నట్టు ఊహించుకోండి. బౌలర్ పరిగెత్తి వచ్చి బంతి వేస్తాడు. బేట్సుమన్ రెండు చేతులా బేటు ఎత్తి, అది బంతిని కలును కునేటట్టు గురిచూసి ఊపుగా కొడతాడు. బంతీ, బేటూ కలుసు కొన్నప్పుడు 'టప్పు'మని పెద్ద చప్పుడు మీరు వింటారు. ఆ చప్పుడు ఎలా జనించింది? అది మీ చెవులకు ఎలా సోకింది?





ఈ ప్రశ్నలకి సమాధానం చెప్పడానికి ముందు, ధ్వని ప్రయాణంచేసే గాలి గురించి ఇంకొంచెం ఎక్కువగా మనం తెలుసుకోవాలి. నత్రజని, ఆమ్లజనివంటి వివిధ వాయువుల అణువులతో, పరమాణువులతో గాలి నిండివుంటుంది. ఈ అణువులు మహత్తర వేగంతో అన్ని దిక్కులలోనూ సంచలిస్తూ ఒకదానితో ఒకటి ఢీకొంటూ కొత్తదిశలలో పయనిస్తూ ఉంటాయి. ఒక ఘనపుటంగుళం గాలిలో ఇలాంటి అణువులు కోట్లకొలదీ వుంటాయి.



బేటు బంతిని కొట్టినప్పుడు ఆ రెండింటిమధ్యా ఉన్న గాలిని వెలుపలికి తోసెయ్యడం జరుగుతుంది. ఈ సంఘటనని సూక్ష్మాతి సూక్ష్మదర్శినితో చూసినట్లు వీక్షిద్దాం. బేటు బంతిని సమీపిస్తున్నప్పుడు రెండింటిమధ్యా ఉన్న గాలిని దారికడ్డంకాకుండా బయటికి తప్పించడం జరుగుతుంది. చిట్టచివరి కొన్ని అణువులు మరీ తొందరగా తప్పుకోవలసి వస్తుంది. తారు రోడ్డుమీదున్న నిలవనీళ్ళని సుత్తితో కొట్టినప్పు డేం జరుగుతుందో చూస్తే బాగా అర్థం చేసుకోవచ్చు. సుత్తితో నీళ్ళను కొట్టినప్పుడు అవి చాలా దూరందాకా చిమ్ముతాయి. బలంగా దిగుతున్న సుత్తి శీర్షం క్రింది నీళ్ళు పిసుక్కుపోయి అన్ని పక్కలకీ చెల్లాచెదురుగా ఎగజిమ్మడం జరుగుతుంది.

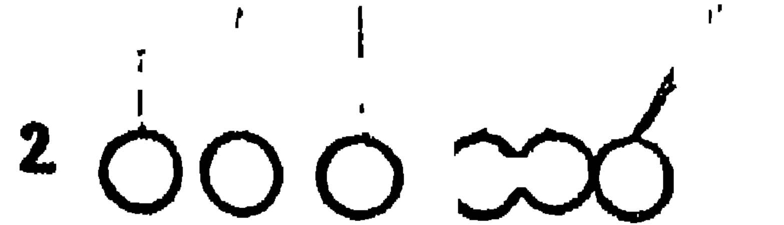
ఆ విధంగానే, బంతి , బేటు మధ్య వున్న గాలి అణువులు ఆ రెండూ కలుసుకున్నప్పుడు పిసుక్కుపోతాయి. ఈ అణువుల మహత్తర వేగం, వాటికి ముందున్న అణువుల్ని గట్టిగా కొట్టుకున్నట్టు తాకడానికి కారణభూత మవుతుంది. ఈ అణువులు యింకా ముందున్న అణువుల్ని తాకుతాయి. ఈ విధంగా అంతులేని విస్తృత వలయాలలో మహత్తర వేగం ఒక అణువునించి యింకో అణువుకి అందించడం జరుగుతుంది. చివరకి మన చెవులలో ఉన్న గాలి అణువులకి ఆ తాకిడి తగిలి అవి మన కర్ణపుటాలని ఢీకొంటాయి. అందుచేత బంతిని బేటు కొట్టిన చప్పుడు మనం ఆకర్ణించినట్టు మన చెవులు మనకు నివేదిస్తాయి.



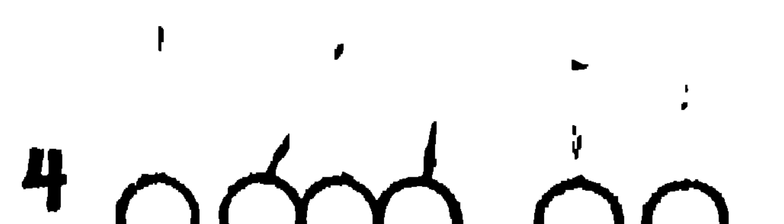
బంతికీ, బేటు , మీా చెవుల మధ్య వున్న అణువుల్ని చాలా అంగుళాలు ఎడం ఎడంగా వుంటూ దారాలకి వేళ్ళాడుతున్న తోలు బంతుల వరసకింద ఊహించుకొంటే ఆ చిత్రం మీాకు సహాయకారిగా



ఉంటుంది. క్రికెట్ బంతీ, బేటూ దగ్గర పడుతున్నప్పుడు వాటి మధ్య నుంచి మొదటి తోలుబంతిని లేక అణువు బయటకు తోయడం జరుగుతుంది. ఈ మొదటి తోలుబంతి రెండవదానినీ, అది దాని పక్కనున్న దానినీ, యిలాగే చివరదాకా తోసుకోడం జరుగుతుంది. ఈ ప్రేరణ ముందుకు సాగుతున్నప్పుడు కొన్ని బంతులు తాత్కాలికంగా మరీ దగ్గరపడి గుచ్చుకొన్నట్టు వుంటాయి. అందుచేత, వరసలో ఇంతకు ముందు అవి వుండే జాగాలో ఎక్కువ ఖాళీ కనబడుతుంది. బంతులు గుచ్చుకొన్నట్టు కనబడే జాగాని 'అధిక-వత్తిడి-ప్రదేశం' అంటారు. మధ్య ఎడం ఎక్కువగా కనబడే చోటుని 'అల్ప-వత్తిడి-ప్రదేశం' అంటారు.









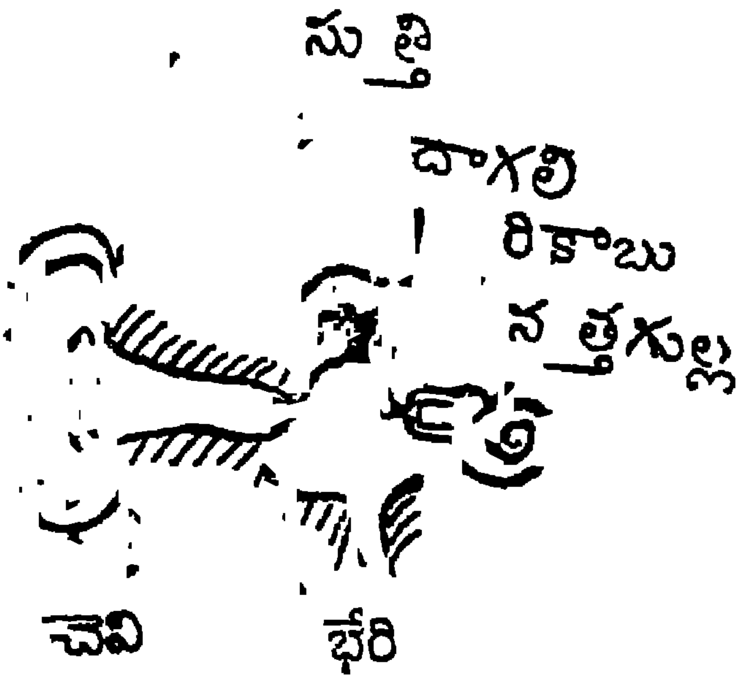
అధికవత్తిడి ప్రదేశం

అల్పవత్తిడి ప్రదేశం

ఈ అధిక-వత్తిడి', 'అల్ప-వత్తిడి' అనే పదాలు వాస్తవానికి గాలిలోని వత్తిడికే వర్తిస్తాయి. గాలిలోని అణువులు దగ్గరగా వున్నప్పుడు గాలివత్తిడి అధికంగా వుంటుంది. ఆవిరి యంత్రంలో 'నీటి ఆవిరి అణువులు' ఒక్కమ్మడిగా క్రిక్కిరిసినప్పుడు ఆవిరి వత్తిడి అధికంగా వున్నట్టు గాలివత్తిడికూడా ఇక్కడ అధికమవుతుంది. మన చెవుల ప్రక్కనుంచి తరంగాల రూపంలో పయనించే ఈ అధికవత్తిడి, అల్పవత్తిడి ప్రదేశాలే మన కర్ణపుటాలు స్పందించి మనం శబ్దాన్ని ఆకర్ణించడానికి కారణభూత మవుతాయి. సాధారణ శీతోష్ణతలో ఈ అల్ప-అధిక వత్తిడి ప్రదేశాలు శబ్దోత్పత్తి స్థానంనుండి సెకెండుకి పదకొండువందల అడుగుల చొప్పున ప్రయాణం చేస్తాయి. మీరున్న ప్రదేశానికి మైలు దూరంలో, అంటే అయిదువేలా రెండువందలా ఎనభై అడుగుల దూరంలో ఏదైనా ప్రేలిందనుకోండి. ఆ చప్పుడు మీరు వినడానికి అయిదు సెకెండ్లకి ముందే ఆ ప్రేలుడు జరిగిందన్న మాట.

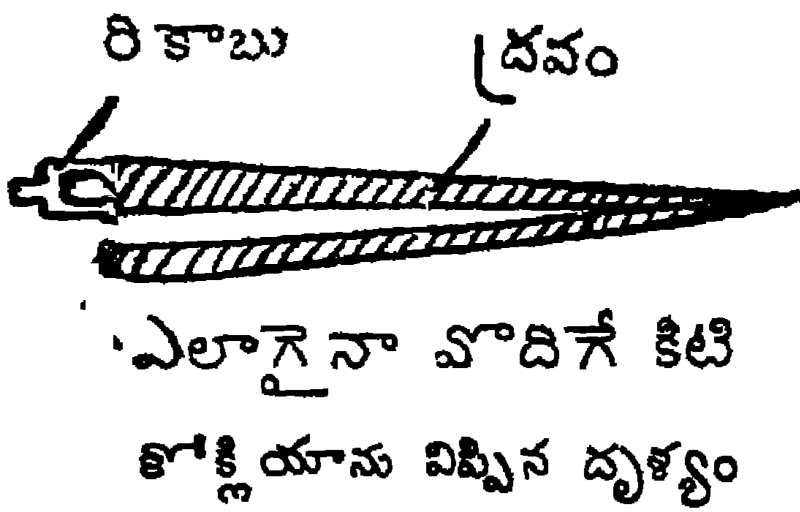
మనం ధ్వనిని ఎలా వింటాం?

మనిషి చెవి చాలా అద్భుతమైన యంత్రం. చెవిలోని గొట్టపు లోపలికొస 'కర్ణభేరి' అనే దానితో మూసుకొనివుంటుంది. ఇది సాగి కుదించుకుపోయే చర్మంలాంటి పొర. ఈ కర్ణభేరి వెనుక మూడు చిన్న



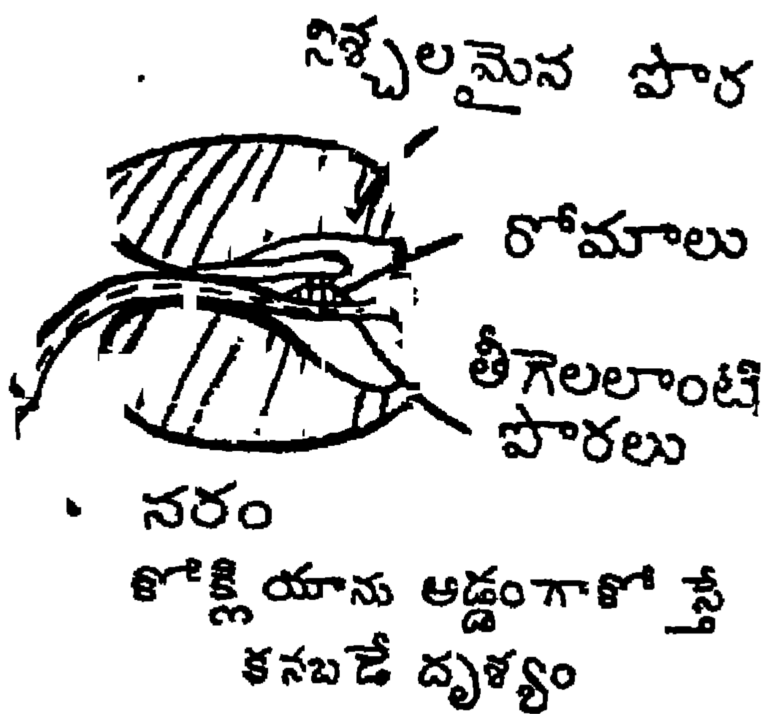
ఎముక లుంటాయి. ఈ మూడూ ఒకదానితో ఒకటి అతుక్కొని వుంటాయి. ఈ ఎముకలలో ఒకటి కర్ణభేరి , ఇంకొకటి నత్తగుల్లలాగ వుండే కర్ణావృత్తికీ అతుక్కొని వుంటాయి. దీనిని ఇంగ్లీషులో 'కోక్లియా' అంటారు. దీనిలో కొంతవరకూ ద్రవం నిండివుంటుంది.

'అధిక వత్తిడి ప్రదేశం' చెవి ప్రక్కనుంచి సాగుతున్నప్పుడు కర్ణభేరి లోపలకు కొద్దిగా ముడుచుకోవడం, 'అల్పవత్తిడి ప్రదేశం' కదులుతున్నప్పుడు కొద్దిగా బయటికి సాగడం తప్పనిసరిగా జరుగుతుంది. కర్ణభేరి యిలా లోపలికీ, బయటి కదలడాన్ని ప్రకంపన మంటారు. ఈ ప్రకంపనం చెవిలోని మూడు ఎముకలూ కలిసి కట్టుగా కదిలేటట్టు చేస్తుంది. సుత్తి, దాగలి, రికాబు అనే పేర్లున్న ఈ మూడు ఎముకలూ ఒకదానితో ఇంకొకటి తాపడం చేసినట్టు వుండడంనల్ల ఒకటి కదిలితే అన్నీ కలిసినట్టుగా కదులుతాయి. వీటి కదలికలు నత్తగుల్లలో ఒకకొసలో ప్రకంపనం కలుగజేస్తాయి. ఈ ప్రకంపనంవల్ల ఆ కర్ణావృత్తి, లేక కోక్లియాలో వున్న ద్రవంలో అలలు రేగి సాగుతాయి. ఈ ద్రవానికి పైన అల్పాతి అల్పమైన తీగెలలాగ ఉండే పొరలవరుస ఉంటుంది. వాటిలో మరీ చిన్న సైజు రోమాలను పొదిగినట్టు కనబడుతుంది. ద్రవంలో రేగిన అలలు పొరలను ఊపుతాయి. అందువల్ల రోమాలు ఒక నిశ్చలమైన పొరకింద ఇటూ అటూ అల్లాడుతాయి.



ఎలాగైనా పొదిగే కిటి
కోక్లియాను విప్పిన దృశ్యం

ఈ రోమాలు మీ చర్మం మీదా, వెలుపలావుంటే, మీ కెవరో గిలిగింతలు పెడుతున్నట్టు భావం కలుగుతుంది. కాని, ఇవి మీ చెవిలో లోలోపల వుండడంవల్లా, మెదడులోని ఇంకొక భాగానికి శ్రవణేంద్రియపు నరంతో, అంటే చెవి నరంద్వారా ఇవి సంబంధం కలిగివుండడంవల్లా, ఈ రోమాలు పెట్టే గిలిగింతలని మీరు ధ్వనులకింద అనువదించి అర్థం చేసుకుంటారు.



కోక్లియాను అడ్డంగాకోస్తే
కనబడే దృశ్యం

ధ్వనిప్రకంపనాలను మీరు వేళ్ళతో ముట్టుకున్నట్టు కూడా మీ కొకప్పుడు అనుభవం కలగవచ్చు. ఒక పెద్ద కాగితాన్ని రెండు చేతుల మధ్యా పట్టుకొని నోటికి దగ్గరగా ఉంచుకొని సరిగమపదనిసలు బిగ్గరగా ఆలపించండి. కొన్ని స్వరాలు ఆలపించినప్పుడు కాగితాన్ని అదిమి పట్టుకున్న వేళ్ళమీద ఒక మోస్తరు గిలిగింత కలుగుతుంది. ఆ వేళ్లు ధ్వనిని స్పృశించుతున్నాయి అంటే ఒక రకంగా వింటున్నా యన్న మాట.

బెల్ విజ్ఞాని కల్పించిన యుక్తులు

అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్‌బెల్ ఊహించిన తార్కిక మార్గంలో మనం ప్రతివొక్క అంశాన్నీ క్రమంగా బోధ పరుచుకోగలం. ధ్వని గాలిలో పయనించే అధిక-అల్పవ త్తిడి తరంగాల సమూహం. అవి మన కర్ణ భేరీల పక్కనుంచి వెళ్లుతున్నప్పుడు ఆ భేరీలు చలనం పొందుతాయి. ఈ చలనం నరాల ప్రేరణలకింద అనువాదం పొంది మెదడులోనికి ప్రవేశించి మనం ధ్వనిని వింటున్నట్టు మనకు తెలియజేస్తుంది. ధ్వని ప్రేరణలను విద్యుత్ ప్రేరణలకింద, అంటే ఎలెక్ట్రిక్ తరంగాలకింద అనువదించే యాంత్రిక కర్ణ భేరిని ఎందుకు సృష్టించకూడదు? ఈ విద్యుత్ ప్రేరణలను తీగెలద్వారా తీసుకుపోయి ఏదో ఒక రకమైన యాంత్రిక ధ్వని పరికరంతో మళ్ళీ ధ్వనికింద పునరనువాదంచేయవచ్చు.

ఎంతో శ్రమపడ్డాక, బెల్ విజ్ఞాని ఆ యాంత్రిక కర్ణ భేరిని కని పెట్టాడు. అది ఒక సన్నని పొరా, దాని వెనుక చాలా చిన్న చిన్న కర్బనం కణాలతో తయారుచేసినది. ఈ కర్బన కణాలలో ఎంతో కొంత విద్యుత్ నిరోధ ముంది. వాటిని విద్యుత్ ఘటం కింద బేటరీగా మారిస్తే, తప్పకుండా కొంత విద్యుత్ ప్రవాహం, అంటే కొన్ని ఎలెక్ట్రానులు పయనించడానికి అనుమతిస్తాయి. కాని పొరని లోపలకి ముడుచుకునేటట్టుచేస్తే కర్బనకణాలు క్రిక్కిరిసి ఒకదానితో ఇంకొకటి అంటిపెట్టుకొనడానికి వాటిమధ్య అవకాశాలుంటాయి. ఈ అదనంగా వచ్చిన అవకాశాలు మరికొన్ని ఎలెక్ట్రానులు అంటే విద్యుత్ ప్రవాహం చొచ్చుకొనిపోవడానికి ఆస్కారముంటుంది. పొరను బయటికి సాగదీస్తే కర్బనకణాలమధ్య ఎడం జాస్తీఅయి, అవి పరస్పరం కలుసుకొనే అవకాశాలు క్షీణించిపోయి, తక్కువ సంఖ్యలోనే ఎలెక్ట్రానులు ప్రవహించడం జరుగుతుంది.

ఇదే టెలిఫోను ట్రాన్స్మిటరు. దీనినే మీరు నోటిదగ్గర పెట్టుకొని మాట్లాడుతారు. అధిక-అల్ప-వత్తిడి ప్రదేశాలు, అంటే ధ్వని

కర్బన కణాలు





పొర లోపలికి ముడుచుకుంటే ఎక్కువ కరెంటు లోనికి వెళ్ళగలదు.



పొర బయటికి సాగినప్పుడు తక్కువ కరెంటు ప్రవేశిస్తుంది.

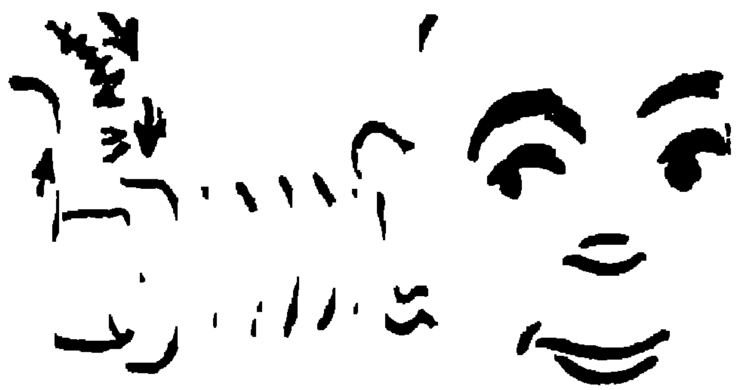


అధిక-అల్పవత్తిడి ప్రదేశాలను గాని, ధ్వనినిగాని ట్రాన్స్మిటరు విద్యుత్ ప్రేరణల క్రిందికి మారుస్తుంది.

తరంగాలు పొరని ఢీకొన్నప్పుడు అది లోపలి బయటి కదులుతూ మొదట ఎక్కువ ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటూ, తరువాత తక్కువ కరెంటూ ప్రవేశించడానికి ఆస్కారం కలిగిస్తుంది. అంటే ఈ అధిక-అల్ప-వత్తిడి ప్రదేశాలు మొదట బలమైన విద్యుత్ ప్రేరణలకిందా, తరువాత బలహీనమైన ప్రేరణలకిందా మారుతా యన్నమాట.

ఈ వివిధ రీతులలో బలమున్న విద్యుత్ ప్రేరణలు రిసీవరులో మళ్ళా ధ్వనిరూపంలో మార్పుచెందుతాయి. రిసీవరులో ఒక పలచటి ఇనుప పలక ఉంటుంది. ఇదికూడా ఒక పొరవంటిదే. దీనికింద ఒక అయస్కాంతంచుట్టూ ఉన్న చాలా సున్నితమైన తీగెచుట్ట వుంటుంది. ట్రాన్స్మిటర్ నుంచి వచ్చే కరెంటు ఈ తీగెచుట్టలో ప్రవేశించి అయస్కాంతంయొక్క బలంలో ఎక్కువ తక్కువలు సంభవించేటట్టు చేస్తుంది. కరెంటు బలంగా ఉన్నప్పుడు అయస్కాంతం బలంగా ఉంటుంది. కరెంటు బలహీనంగా వున్నప్పుడు అయస్కాంతం కూడా బలహీనంగా ఉంటుంది. అయస్కాంతం బలంగా వున్నప్పుడు ఇనుప పొర లోపలికి ముడుచుకొంటుంది; బలహీనంగా వున్నప్పుడు బయటికి సాగుతుంది.

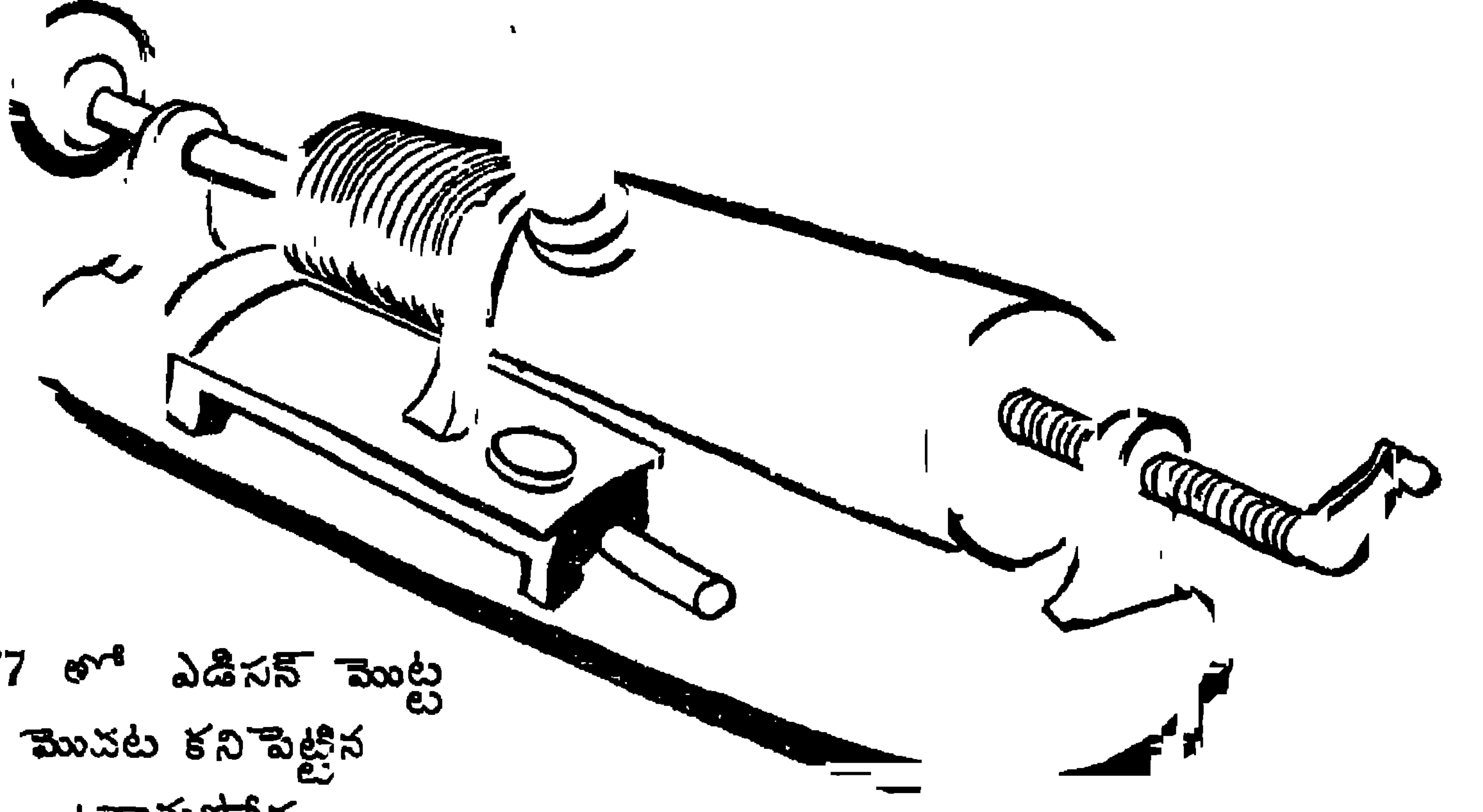
ఈ విధంగా ట్రాన్స్మిటరులో వుండే పొరయొక్క చలనానికి విధేయంగా కరెంటు బలాబలాలు మారుతూ వుంటాయి; రిసీవరులోని పొర లోపలికీ, బయటికీ కదులుతూ వుంటుంది. దీనివల్ల రిసీవరులోని పొర గాలిఅణువులను ఢీకొని వాటిని అధిక-అల్ప-వత్తిడి ప్రదేశాలలో చలింపజేస్తుంది. ఈ అధిక-అల్ప-వత్తిడి ప్రదేశాలు ట్రాన్స్మిటరు పొరలో ప్రకంపించే అధిక-అల్ప-వత్తిడి ప్రదేశాలకి అంటే ధ్వనికి యుక్తమైన నకళ్ళు. మీరు టెలిఫోను ట్రాన్స్మిటరులో 'హలో' అంటే ఇంకొక కొసని రిసీవరుపొర ప్రకంపించి 'హలో' అనే మాటని ధ్వనిస్తుంది.



మారుతూ ఉండే విద్యుత్ ప్రేరణలు రిసీవరు పొరను లోపలికీ బయటికీ కదిలిస్తూ ధ్వనిని ప్రతిధ్వనిస్తాయి.

16

గ్రామ ఫోను



1877 లో ఎడిసన్ మొట్ట
మొదట కనిపెట్టిన
గ్రామఫోను

ధ్వని ప్రేరణలను విద్యుత్ ప్రేరణలక్రింద మార్చి, మళ్ళా ఆ విద్యుత్ ప్రేరణలను ధ్వని ప్రేరణలకింద బదలాయించవచ్చు ననే అభిప్రాయం అలెగ్జాండరు గ్రాహామ్ బెల్ కు వుండేది. టెలిఫోను యంత్రాన్ని కనిపెట్టి ఈ అభిప్రాయం ఆచరణయోగ్యమే అని అతడు ఋజువు చేశాడు.

థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్ అనే ఇంకొక మహత్తర అమెరికన్ విజ్ఞానికి మరొక అభిప్రాయం వుండేది. మెత్తని ప్లాస్టిక్కు వస్తువుమీద ఈ ధ్వని ప్రేరణల లక్షణాలను ఎందుకు అచ్చువేయకూడదు? ఈ విధంగా తయారుచేసిన రికార్డుని తరువాత ఎప్పుడైనా ప్రయోగించి ఆ ధ్వనినే మళ్లా పుట్టించవచ్చు.

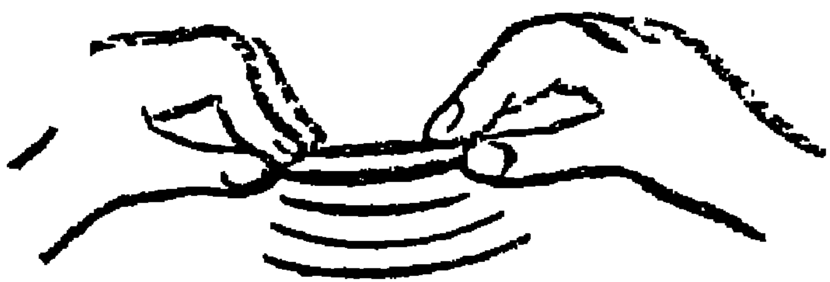
అనుకోవడానికి ఇది చాలా తేలికగా స్ఫురించే అభిప్రాయమే గాని సంవత్సరాల తరబడి పరిశోధనలు చేసి, పాటుపడితేనేగాని ఎడిసన్ విజ్ఞాని ఊహించిన మాట్లాడేయంత్రం వాస్తవరూపాన్ని ధరించలేదు. మొట్టమొదట్లో ఈ మాట్లాడే యంత్రాలు ఇవాళ మనం చూసే గ్రామఫోనుల, రికార్డుప్లేయర్ల విరుద్ధమైన ఆకారంలో ఉండేవి. రికార్డుల రూపంకూడా చాలా మారిపోయింది. మొదటి రికార్డులు గొట్టాల రూపంలో ఉండేవి. ఈనాటి రికార్డులు బల్లపరుపుగా ఉంటాయన్న సంగతి మనకు తెలిసిందే.



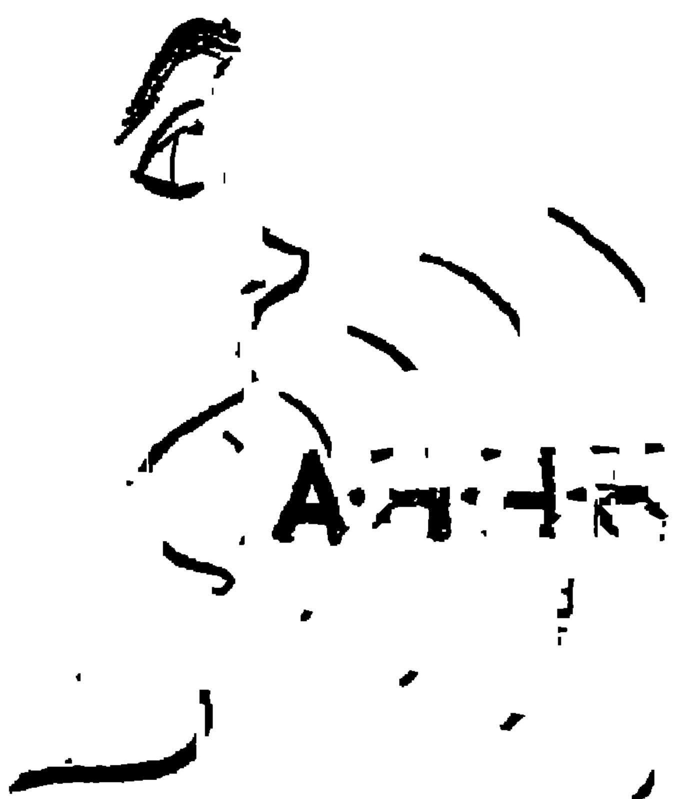


గ్రామఫోను రికార్డుల్ని ఎలా తయారుచేస్తారో బోధపరుచుకోవడానికి ముందు ధ్వనిని గురించి మనం మరికొన్ని విషయాలను అదనంగా నేర్చుకోవాలి. ధ్వని గాలిలో పయనించే అధిక–అల్ప–వత్తిడి ప్రదేశాల సమూహమనీ, అవి తరంగాలుగా వుంటాయనీ వెనుకటి ప్రకరణంలో తెలుసుకున్నాం. తీగెలున్న ఏదైనా సంగీతవాద్యాన్ని మీటితే మనం నాదాన్ని వింటాం. ఈ నాదం తీగె ప్రకంపించడం వల్ల కలుగుతుంది. బాగా పరిశీలనగా చూస్తే తీగె ఇటూ అటూ కంపించడం మనం గమనించవచ్చు. తీగెయొక్క కంపనం గాలి అణువులని మళ్ళా మళ్ళా ఢీకొంటుంది. అందుచేత అధిక–అల్ప–వత్తిడి ప్రదేశాలు తీగెనుంచి మన చెవులవద్దకు పయనిస్తాయి.

తీగెలున్న సంగీత వాద్యమేదీ ప్రస్తుతం మీకు అందుబాటులో లేకపోతే, ఒక సన్నని రబ్బరు వలయాన్ని సాగదీసి రెండుచేతులతోనూ పట్టుకొని బొటనవ్రేలితో మీటండి. ఒక రకమైన సంగీత స్వరాన్ని అది నినదిస్తుంది. ఆ స్వరాన్ని పలుకుతున్నప్పుడు అది ప్రకంపించడం కళ్ళారా చూడవచ్చు.



మీరు 'ఆ ఆ ఆ' అని దీర్ఘంతీస్తూ పలికినప్పుడు, మీ గొంతుకలోని 'తీగెలు' ప్రకంపించడంవల్ల ఆ ధ్వని ఉత్పన్నమవుతుంది. ఈతీగెలను 'స్వరతంత్రులు' అని పిలుస్తారు. ఊపిరితిత్తులలోంచి బయటకు దూసుకొనిపోయే గాలివల్ల ఇవి ప్రకంపిస్తాయి. అంటే మీరు 'ఆ ఆ' అంటున్నప్పుడు గొంతుకలోని కొన్ని కండరాలు ఈ స్వరతంత్రుల వైపు గాలిని పురికొల్పుతాయి. తీగెలమీద ఊది ఏ సంగీత వాద్యంలోని తంత్రులనైనా ప్రకంపింపజేయవచ్చు. 'ఆ ఆ ఆ' అనే ధ్వనిని ఉత్పత్తిచేయడానికి మీ గొంతుకలోని స్వరతంత్రులు ప్రకంపించినప్పుడు అవి గాలి అణువులను ఢీకొంటాయి. ఈ ధ్వనినే మాటలకింద మార్చడానికి మీరు నాలుకనీ, పెదవులనీ కదిలిస్తారు. ఈ కదలికవల్ల ఒకప్పుడు ధ్వని స్వభావం మారుతుంది. ఇంకొకప్పుడు ధ్వని ఆగిపోతుంది. బిగ్గరగా 'పాపా', 'గవ్వ', 'తాతా' అనే మాటలు పలికి 'ఆఆ' అని ఆలపించే దీర్ఘాన్ని మార్చడానికి నాలుకని, పెదవులని ఎలా మారుస్తున్నారో గమనించండి.

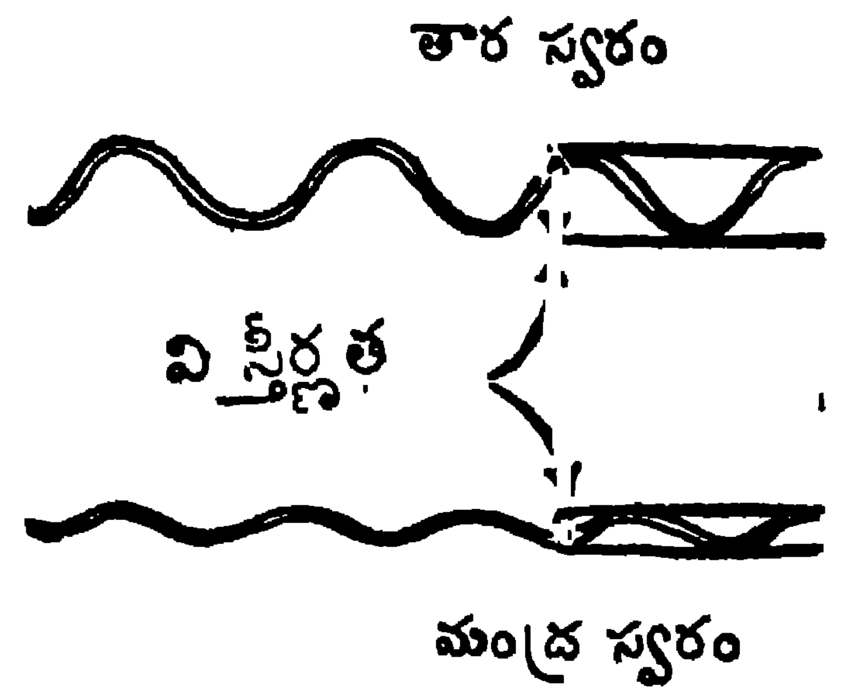


ఆ–ఆ–ఆ–ఆ

రికార్డు తయారు చేయడం

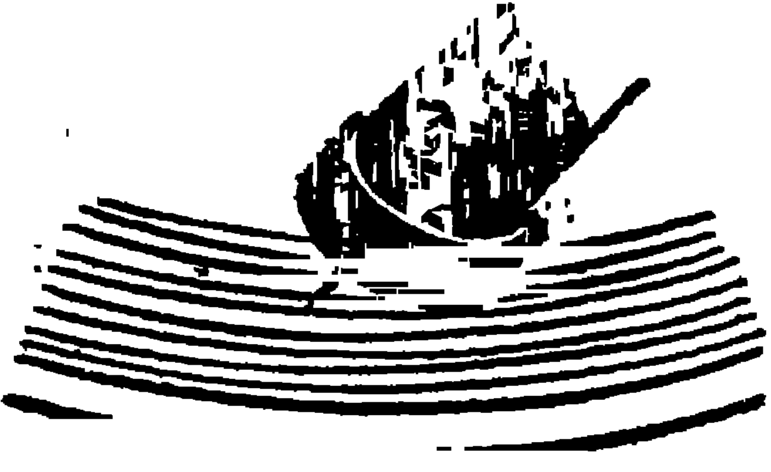

రికార్డులోని గాడి(గీత)దృశ్యం

ప్రతి రికార్డు నిర్మాతా ఏ ధ్వనికైనా ప్రకంపించే ఒక రకమైన యాంత్రిక 'కర్ణభేరి'ని ఉపయోగించేవాడు. 'కర్ణభేరి' లేక పొర నడుమను ఒక వాడిగా వుండే సూదికి అతికించేవారు. అందువల్ల పొర ప్రకంపించినప్పుడల్లా సూది మొన ఇటూ అటూ కదలడానికి అనువుగా ఉండేది. ప్లాస్టిక్కు పదార్థంతో తయారుచేసిన రికార్డుని తిరుగుడు బల్లమీద పరిచేవారు. దానిపైన సూదిని మోపేవారు. రికార్డు తిరుగుతున్నప్పుడు సూది దానిమీద గీతలు పెట్టేది. రికార్డు మధ్య భాగంవైపు అది తిరుగుతున్నప్పుడు సూది పయనించేది. అందువల్ల పెట్టిన గీతలు వలయాకారంగా రికార్డు మధ్యభాగం దాకా గీసుకుపోయేవి.

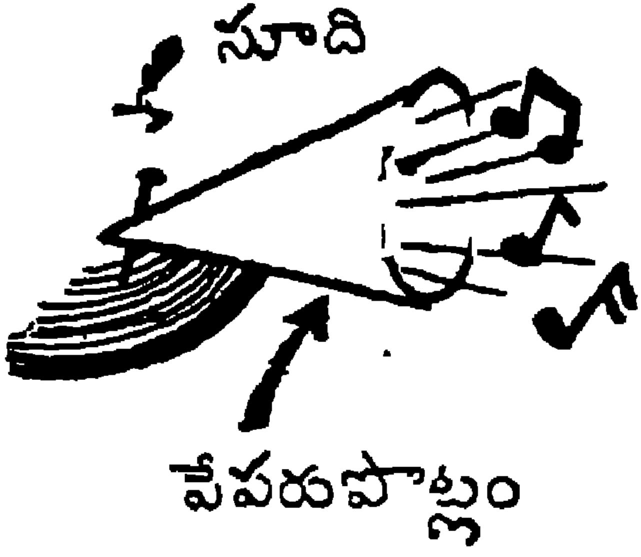


చేసిన ప్రతిధ్వనీ పొరని ప్రకంపింపజేసేది. ఈ ప్రకంపనం సూది మొన ఇటూ అటూ కొద్దిగా కదిలేటట్టు చేసేది. తత్ఫలితంగా పడిన గీతలన్నీ ఒక రకంగానే ఉండవు. కొద్ది తేడాలతో కెరటాల ఆకారంలో పడేవి.

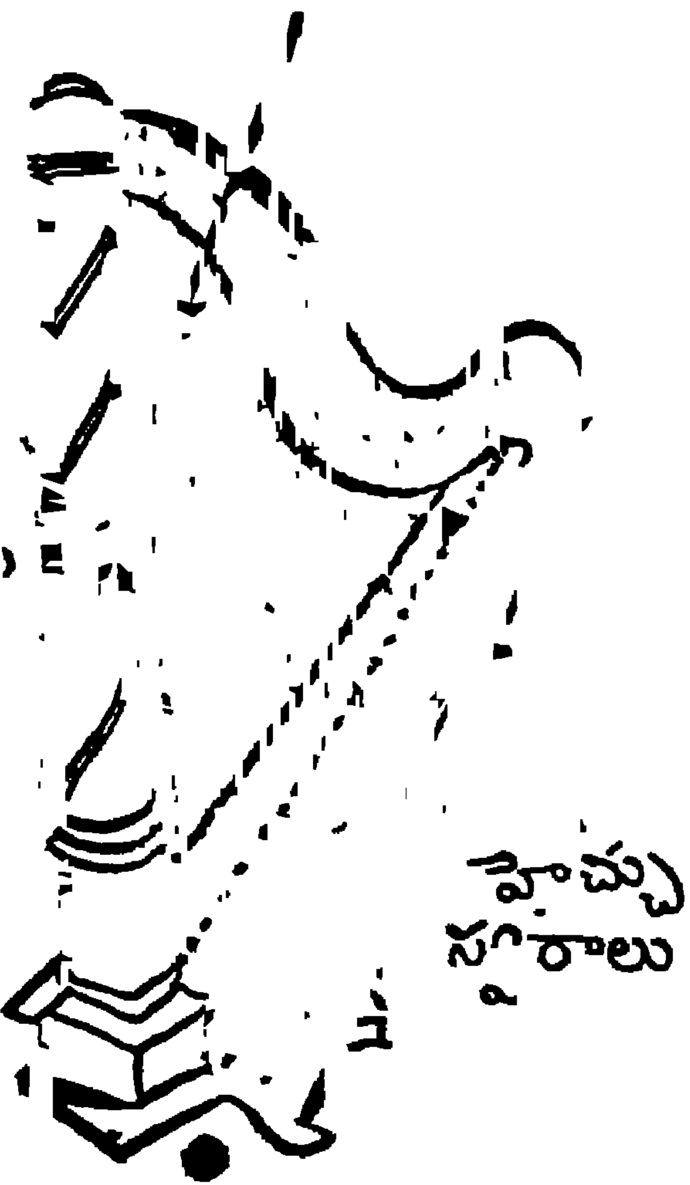
ఏదైనా రికార్డుని దగ్గర పెట్టుకొని బాగా పరిశీలిస్తే గీతలు కెరటాలలాగ వుండడం గమనించవచ్చు. బిగ్గరగావున్న ధ్వనిని రికార్డు చేసినప్పుడు కెరటాలు స్ఫుటంగా కనబడతాయి. సన్నని ధ్వని విషయంలో ఇలా ఉండదు. ధ్వని బిగ్గరగా ఉన్నప్పుడు గాలి అణువులు మరీ బలంగా ఒకదానితో ఒకటి ఢీకొనడంవల్లనే ఇలా జరుగుతుంది. అప్పుడు ఆ గాలిఅణువులు మరీ బలంగా పొరని ఢీకొని, సూది విశాల పరిధిలో తిరుగుతుంది; కనుక విస్తీర్ణత అధికమవుతుంది. ఈ కెరటాల విస్తీర్ణత, అంటే మీది గీత తరవాత గీత మధ్యనున్న దూరం ధ్వని గట్టితనాన్నిబట్టి నిర్ణయమవుతుంది. అధికవిస్తీర్ణత వుంటే ధ్వని బిగ్గరగా వున్నదన్న మాట; అల్ప విస్తీర్ణతవుంటే మృదువైన శబ్దమన్నమాట.



రికార్డుని యంత్రంపైన పెట్టి ప్రయోగించినప్పుడు ఆ రికార్డు తిరుగుతున్నంతసేపూ ఒక సూది వలయాకారపు గీతలను అనుసరిస్తుంది. రికార్డుని ప్రయోగించే మొట్టమొదటి యంత్రాలలో, రికార్డు చేసే యంత్రాలలో వున్నట్టే పొర నడుమను సూదికి అతికించేవారు. వలయాకారపు గీతలను అనుసరించేటప్పుడు సూదిమొన పొందే త్వరిత ప్రకంపనలు పొరని కంపింపజేసేవి. పొరలోని ప్రకంపనలు గాలి అణువుల్ని ఢీకొని, ఆదిలో రికార్డుని తయారుచేస్తున్నప్పుడు గీతలు పడడానికి ఏ ధ్వనులు కారణమైనాయో అవే ధ్వనులను పునరనువదించేవి. ఆదిలో చేసిన ధ్వని బిగ్గరగా వున్నప్పుడు గీతల విస్తీర్ణత అధికంగా వుండి, ప్రయోగించే యంత్రంలోని సూదీ, పొరా బలంగా ప్రకంపించి బిగ్గరగావుండే ధ్వనినే మళ్ళా పుట్టిస్తాయి.



ఒక కాగితాన్ని పొట్లంలాగ చుట్టబెట్టి, దాని కొసలో ఒక గుండుసూదిని గుచ్చి ఈ ప్రకంపనలను మీరు వేళ్ళతో తాకవచ్చు; చెవులారా వినవచ్చు. యంత్రంమీద తిరుగుతున్న రికార్డుపైనున్న గీతలలో ఈ కాగితంపొట్లంసూదిని పెట్టండి. మీరు పొట్లాన్ని చేత్తో పట్టుకున్నప్పుడు వేళ్ళకి చిన్న గిలిగింతలు కలుగుతాయి. ధ్వనికూడా వినబడుతుంది.



ఇంకొక విషయం గురించికూడా మనం ఆలోచించాలి. అదే ధ్వనియొక్క స్థాయి. 'హార్పు' అనే పాశ్చాత్య సంగీత వాద్యంలో వున్న పొట్టితీగెనేదైనా మీరు మీటితే హెచ్చుస్థాయిలో స్వరం వినబడుతుంది. పొడుగ్గావున్న తీగెలలో ఏదైనా మీటితే తగ్గుస్థాయిలో వున్న స్వరం వినబడుతుంది. ఈ రెండింటికీ మధ్య తేడా తీగెలు ప్రకంపించే వేగంలోని తేడానిబట్టి నిర్ణయమవుతుంది. పొట్టితీగె త్వరితంగా ప్రకంపిస్తుంది. అంటే అది ముందుకీ వెనక్కీ మరీ తొందరగా ఊగుతుంది. అందుచేత అది గాలి అణువులను మరీ తరచుగా ఢీకొంటుంది. మధ్యనున్న తీగెలలో ఒకదానిని సెకెండుకి 256 సార్లు ప్రకంపింపచేయవచ్చు. (దీనినే ఆధారషడ్జం అంటారు అంటే ఈ తీగె ప్రతిసెకెండుకీ ఇటూ అటూ 256 మార్లు ఊగుతుందన్నమాట.

రికార్డుమీద గీసుకొనే గీతల దృష్ట్యా దీని అర్థమేమిటి? గీతలని కూలంకషంగా పరిశీలిస్తే హెచ్చుస్థాయి స్వరాన్ని రికార్డు చేసినప్పుడు కెరటాల కణుపులు మరీ దగ్గరగావున్న సంగతి కనబడుతుంది. తగ్గు స్థాయి స్వరాన్ని రికార్డుచేసినప్పుడు ఆ కణుపులు దూర దూరంగా ఉంటాయి.

సెకెండుకి 256 సార్లు ప్రకంపించే తీగెయొక్క ధ్వనిని రికార్డు మీద గీతగా గీసినప్పుడు ప్రతి సెకెండుకీ 256 కెరటాలు తయారవడం మనం చూస్తాం. హెచ్చుస్థాయి స్వరాలవల్ల ప్రతి సెకెండు అధిక సంఖ్యలో ఉత్పన్నమవుతాయి; తగ్గుస్థాయి స్వరాలవల్ల ప్రతి సెకెండుకీ కొద్దికెరటాలే తయారవుతాయి; సెకెండుకి జనించే కెరటాల సంఖ్యని 'కంపనపురేటు', లేక 'ఫ్రిక్వెన్సీ' అంటారు. హెచ్చుస్థాయి స్వరాలవల్ల కెరటాల సంఖ్య అధికంగా వుంటుంది. కనుక వాటికి హెచ్చు కంపనపురేటు వుంటుంది. తగ్గుస్థాయి స్వరాలకి తక్కువ కంపనపురేటు వుంటుంది.

గ్రామఫోను ఎలా పనిచేస్తుందో తెలుసుకోవడానికి చేసిన ఈ దర్యాప్తులో ధ్వనితరంగాల ముఖ్యమైన లక్షణాలలో రెండు విషయాలను తెలుసుకున్నాం. అవి విస్తీర్ణత, కంపనపురేటు అనేవి. విస్తీర్ణతను బట్టి ధ్వనిగట్టితనం, కంపనపురేటునిబట్టి స్థాయి నిర్ణయమవుతాయి.

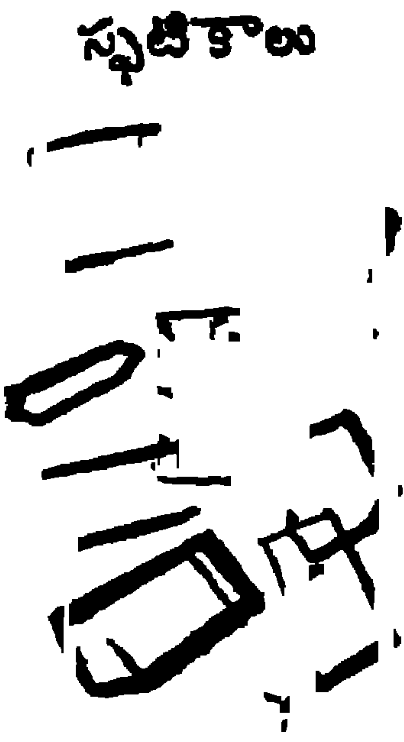
రికార్డుకి నకళ్ల తయారీ

యంత్రంలో ఒక రికార్డును తయారుచేశాక దానికి వేలకొద్దీ నకళ్ళు ఉత్పత్తిచేయవచ్చు. ఈ నకళ్ళనే మీరు రికార్డులమ్మే షాపుల్లో కొని ఇంట్లో గ్రామఫోనుమీద ప్రయోగించడానికి పట్టుకెళతారు. ఈ నకళ్ళను తయారుచేయడానికి ఒక పద్ధతి వుంది. మొదట తయారు చేసిన రికార్డుకి సరైన పోతఅచ్చు సృష్టిస్తారు. దీనిలో గీతలు మొదటి రికార్డులోని గీతలకి తలకిందులుగా వుంటాయి. దీనిని నకళ్లు అచ్చువేయడానికి ఉపయోగిస్తారు. ప్లాస్టిక్కు పదార్థాలపై దీనిని బలంగా అదిమి ఎన్ని నకలు రికార్డులు కావాలో అన్నీ ఉత్పత్తి చేయవచ్చు.

ఆధునిక ఎలెక్ట్రిక్ గ్రామఫోనులు

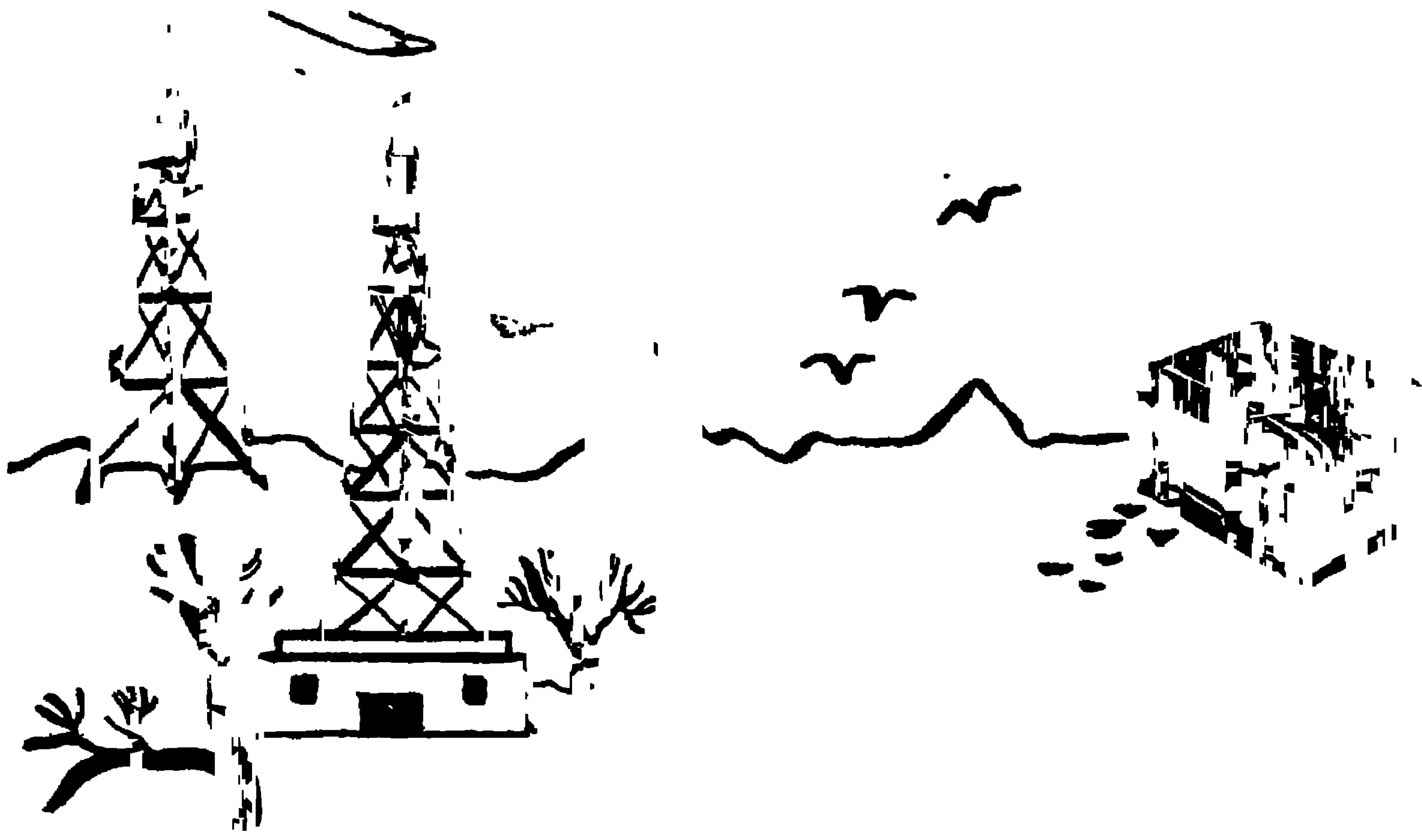
రికార్డు ప్లేయర్లు అనే పేరుతో వ్యవహారిస్తున్న ఆధునిక ఎలెక్ట్రిక్ గ్రామఫోనులలో రేడియో ట్యూబుల్లాంటి ఎలెక్ట్రాను ట్యూబులను వాడుతున్నారు. అందుచేత రాబోయే ప్రకరణంలో రేడియో గురించి మనం చర్చించేదాకా వాటిని విశదపరచడం ఆపాలి.

స్ఫటికాలు



అయితే రికార్డు ప్లేయరులో ఇంకా రికార్డులోని వలయాకారపు గీతలని అనుసరించే సూదినే వాడుతూ ఉన్నారు. ఇందులో సూది ప్రకంపనలను తిన్నగా ధ్వనికింద మార్చకుండా విద్యుత్ ప్రేరణల క్రింద మారుస్తారు. టెలిఫోనులో ఎలా మారుస్తారో ఇక్కడకూడా అలాగే మారుస్తారు. రికార్డు ప్లేయర్లలో చాలామట్టుకు సూదిని ప్రత్యేకమైన స్ఫటికానికి యాంత్రికంగా కలుపుతారు. స్ఫటికాలు చాలా సర్వసాధారణమైనవి. పెక్కు రసాయనిక సమ్మేళనాలవల్ల స్ఫటికాలు తయారవుతాయి. నీళ్ళు ఘనీభవించి మంచుగడ్డల రూపంలో స్ఫటికాకారం పొందుతాయి. పంచదార, ఉప్పు మొదలైనవి కూడా స్ఫటికాలే. 'రోషెల్' లవణాల స్ఫటికాలను రికార్డు ప్లేయర్లలో వాడుతారు.

ఈ స్ఫటికాలకి చాలా విచిత్రమైన లక్షణాలున్నాయి. వాటిని గట్టిగా పిసికి వదిలిపెడితే అతిసున్నితమైన ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటుని అవి ఉత్పత్తిచేస్తాయి. కాబట్టి రికార్డు ప్లేయరులోని సూది ఇటూ అటూ కదులుతున్నప్పుడు, దానితో కలిసివున్న స్ఫటికంపైన వివిధ మొత్తాలలో వత్తిడి కలిగి, వివిధ మొత్తాలలో ఎలెక్ట్రిక్ కరెంట్లు దానిలోంచి ప్రవహిస్తాయి. ఈ వివిధ విద్యుత్ ప్రవాహాలు రేడియో వాల్వులలో సహా ఎలెక్ట్రానిక్ సర్క్యూట్లలో ప్రవహించి చిట్టచివరకు లౌడ్‌స్పీకరు పొరని ప్రకంపింపజేస్తాయి. ఈ సంగతులన్నీ వచ్చే ప్రకరణంలో వివరిస్తాం.

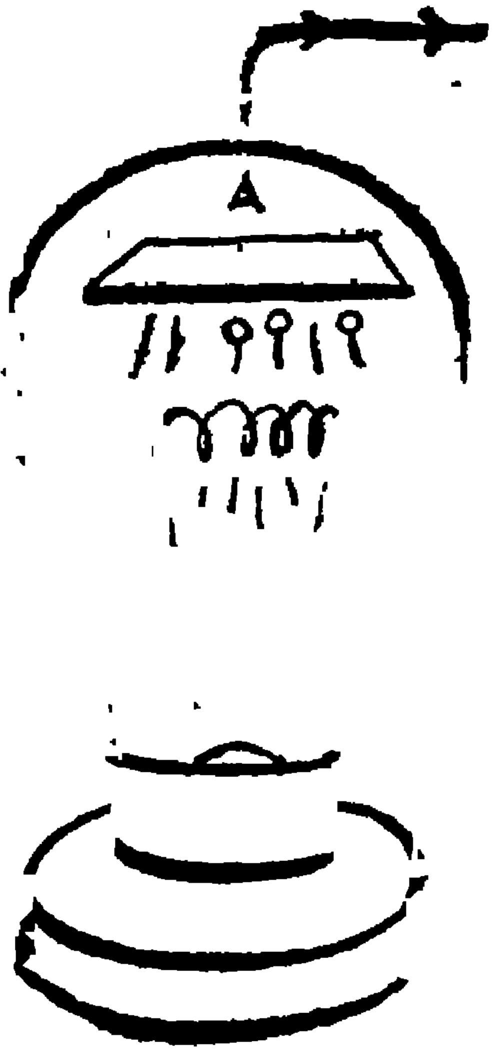


11 ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులు

ఒక చోటునుంచి ఇంకొక చోటుకి తీగెలద్వారా ధ్వనిని ఎలా తీసుకు వెళ్ళడమో బెల్ విజ్ఞాని కనిపెట్టినతరవాత, తీగెలు లేకుండా రెండు దూరప్రదేశాలమధ్య ధ్వనిని ఎలా పంపించడమనేదే తరువాతి ప్రశ్నగా మిగిలింది. ఇంగ్లండు దేశంలో ఇటువంటి వార్తా సౌకర్యాన్ని 'వైర్ లెస్', లేక 'నిస్తంత్రి' అంటారు. మనం దానినే రేడియో అంటాం. మనకి తెలిసిన రేడియో వయస్సు యాభై సంవత్సరాల దాదాపు. అయినప్పటి, రేడియోలో ఉపయోగించే ధ్వని, విద్యుచ్ఛ మొదలైన ప్రాథమికసూత్రాలు శతాబ్దాల తరబడి అందరి తెలిసినవే.

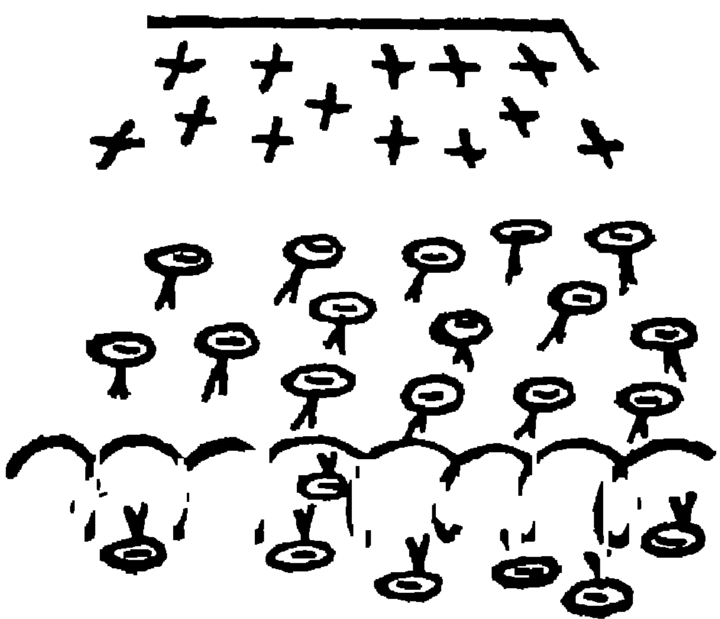
ఫారెడే, వోల్టా, ఏంపియర్ మొదలైన విజ్ఞానులు అవసరమైన విద్యుత్ సూత్రాలను కనిపెట్టారు. ఓమ్, హెల్మ్‌హోల్ట్జు, బెల్ మొదలైన శాస్త్రజ్ఞులు ధ్వనికి సంబంధించిన ముఖ్యమైన పరిశోధనలపై పనిచేశారు. ఆ తరువాత 1883 లో థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్ తాను కట్టిన ప్రాథమిక విద్యుత్ దీపాల బల్బులలో ఒక విడ్డూరమైన విషయాన్ని గుర్తించాడు. ఒక తరం గతించాక ఈ విషయమే 'ఎడిసన్ ఫలితం' అనే పేరున ప్రాచుర్యం పొందింది. ఆ ఫలితంపైన ఆధారపడే మన ఆధునిక రేడియో సెట్లన్నీ పనిచేస్తాయి.

ఎడిసన్ అప్పటికి కొద్దికాలానికి ముందుగానే ఎలెక్ట్రిక్ లైటు బల్బులను కనిపెట్టాడుగాని వాటి కేసరాలు సంతృప్తికరంగా వుండేవి కావు;అట్టేకాలం మన్నేవి కావు. కేసరాల జీవితంలో ఇంతఅల్పాయువున్న



ఎందుకుందో తెలుసుకుందామని ఎలెక్ట్రిక్ బల్బుల ఉపరిభాగంలో ఒక పలకని పెట్టి పూర్తిగా మూసివేశాడు. తరువాత ఈ పలకనీ, ఒక ఎలెక్ట్రిక్ బేటరీనీ కలిపి దీపాన్ని వెలిగించాడు. ఆయనకి ఆశ్చర్యం కలిగింది. కేసరంనుంచి పలకకి ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటు ప్రసరించసాగింది. ఈ రెండింటి మధ్య ఖాళీ జాగా తప్పించి వేరేమీ లేదు. అంటే కేసరాన్నీ, పలకనీ కలుపుతూ తీగెలుగాని, మరే విధమైన ఎలెక్ట్రికల్ సంబంధాలుగాని లేకపోయినా రెండింటి మధ్యనా విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తున్నదన్నమాట.

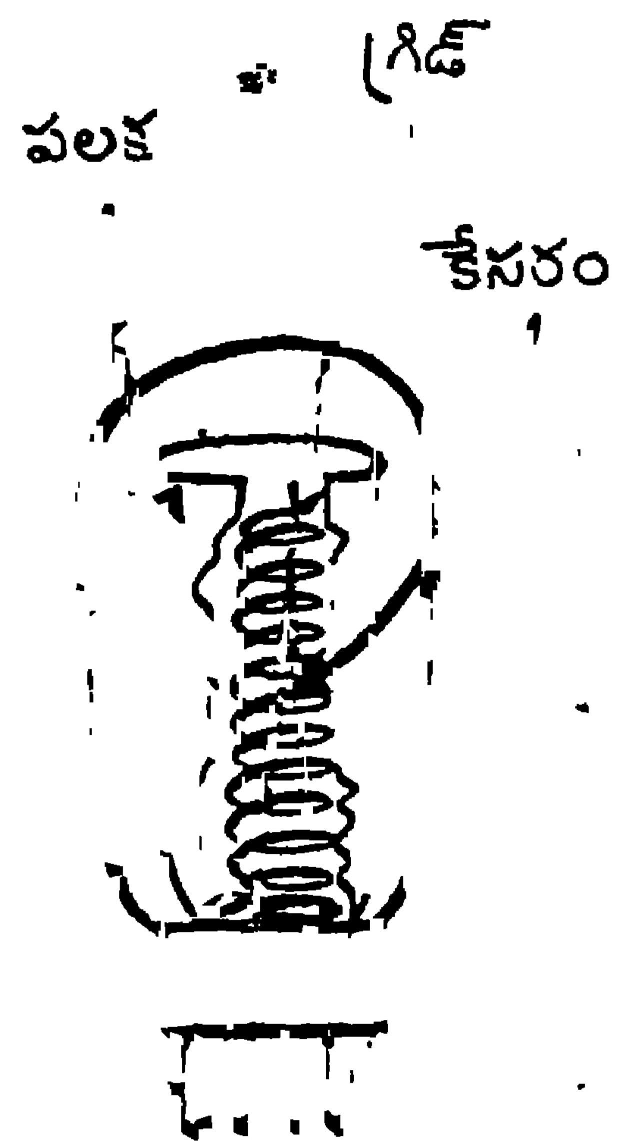
జరిగిందల్లా ఏమిటంటే? బల్బులోని కేసరంలో ఎలెక్ట్రానులు క్రిక్కిరిసి వున్నాయి. దానిలోంచి విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తోంది. లోహపు పలకని ఎలెక్ట్రిక్ బేటరీలోని ధనపక్షపు కొనకి కలుపుతూ తీగె లున్నాయి. ఒకే రకమైన విద్యుత్ ఆవేశాలు పరస్పరం విముఖంగా వుంటాయి. భిన్నరకాల విద్యుత్ ఆవేశాలు పరస్పరం ఆకర్షించుకొంటాయి. ఈ సంగతి మీకు జ్ఞాపకం వుండేవుంటుంది. కేసరంలో నెగటివ్, లేక ఋణపక్షపు ఆవేశం వున్న ఎలెక్ట్రానులు ఒకదాని నొకటి తోసుకుంటున్నా యన్నమాట. వీటిని పోజిటివ్, లేక ధన పక్షపు ఆవేశం వున్న లోహపు పలక ఆకర్షిస్తూవుంది. తత్ఫలితంగా చాలా ఎలెక్ట్రానులు కేసరాన్ని విడిచిపెట్టి గాలిలో ఎగిరి పలకని చేరుకున్నా యని చెప్పవచ్చు. అంటే విద్యుచ్ఛక్తి కేసరంనుంచి పలకని చేరుకొంది.



ఫ్లెమ్మింగ్, డి ఫారెస్టు విజ్ఞానులు

ఎలెక్ట్రిక్ బల్బుని అభివృద్ధి చేసే ముఖ్యమైన పనిలో నిమగ్నమైపోయాడు కనుక ఎడిసన్, ఈ విడ్డూరమైన విషయం పైన పరిశోధనలను కొనసాగించలేదు. కాని, ఇరవై సంవత్సరాలు గడిచాక సర్ జాన్ ఫ్లెమ్మింగ్ అనే ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని ఎడిసన్ ఫలితాన్ని వినియోగించుకొని మొట్టమొదటి ఆచరణ యోగ్యమైన ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వుని

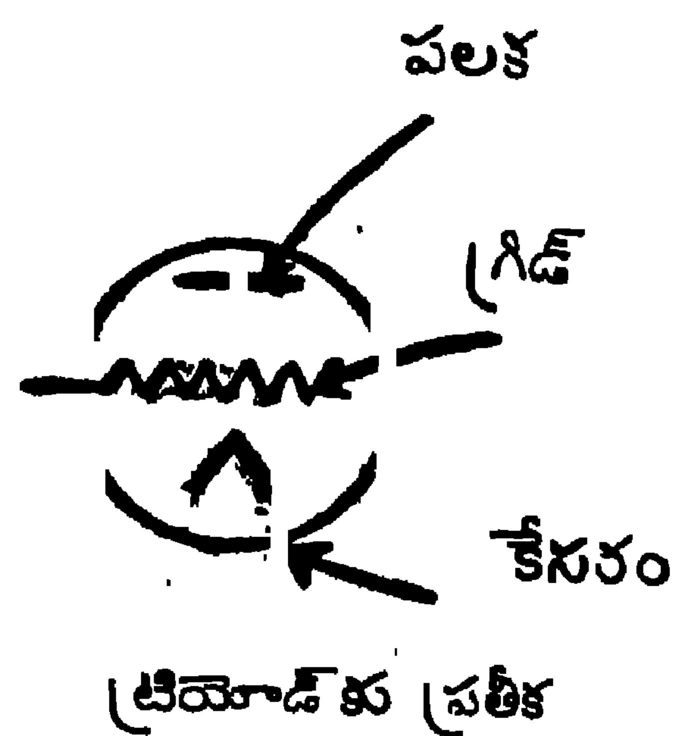
సృష్టించాడు. తరువాత నిర్మించిన వాటితో పోలిస్తే ఇది చాలా మోటుగా కనబడుతుంది. అయితే తొలి రోజుల్లో రేడియోసెట్లతో పరిశోధనలు చేసేవాళ్ళ యంత్రాలలో ఇదే ఆచరణ యోగ్యమైన స్థానాన్ని ఏర్పరుచుకుంది.



తరువాత 1906వ సంవత్సరంలో డాక్టర్ లీ డి ఫారెస్టు అనే అమెరికన్ విజ్ఞాని ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులో మూడవ భాగాన్ని కలిపాడు. ఈ మూడవ భాగానికి అతను 'గ్రిడ్డు' అనే పేరు పెట్టాడు. ఈ వాల్వుని 'మూడు మూలద్రవ్యాల ట్యూబు' లేక 'ట్రియోడ్' అని వ్యవహరించే వారు. కేసరం, పలక, గ్రిడ్డు అనే మూడూ మూడు మూలద్రవ్యాలు. అదనంగా చేర్చినగ్రిడ్డువల్ల ఎలెక్ట్రాన్‌వాల్వు మరింత ఉపయోగకర మైంది. కేసరంనుంచి పలకకు ప్రసరిస్తున్న ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్యని గ్రిడ్డు మార్చగలదు.ఎన్నో ఎలెక్ట్రానులను ఇది ప్రవహించనిస్తుంది. తక్షణమే వాటిప్రవాహాన్ని అరికట్టి ఆపివేయనూగలదు. రేడియోలలో ఉపయోగించే ఎలెక్ట్రాన్‌వాల్వులలో ఇది ముఖ్యాతిముఖ్యమైన కార్యమని మనం ముందు ముందు తెలుసుకుంటాం. ఇటువంటి వాల్వులను 'వాక్యూమ్ ట్యూబు' లంటారు; వాటిలో వుండే గాలి పూర్తిగా తొలగి, లోపల శూన్యప్రదేశం తప్ప ఇంకేమీ ఉండదు.

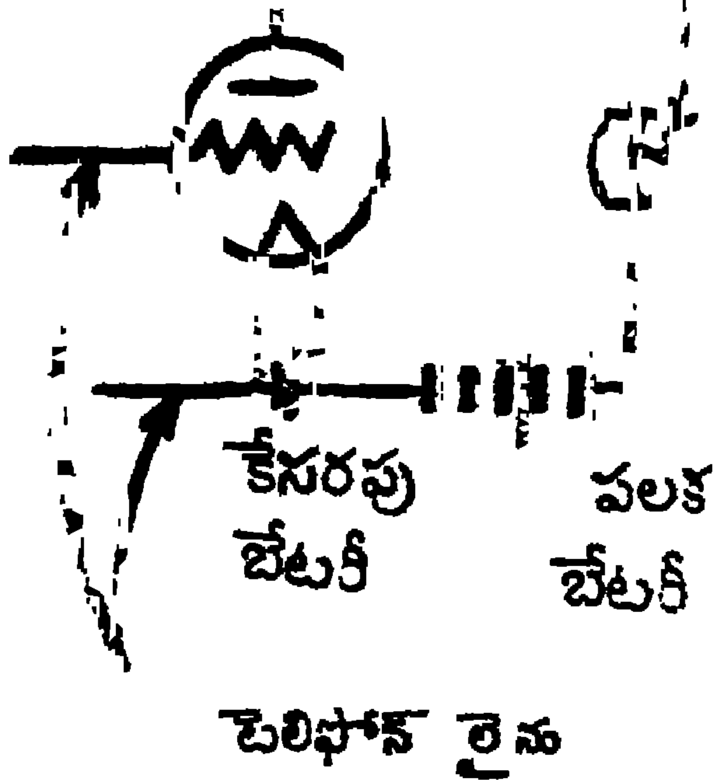
గ్రిడ్డు పనిచేసే పద్ధతి

టెలిఫోను తీగెలద్వారా చాలా బలహీనమైన సిగ్నల్ వస్తున్న దనుకోండి. చాలా దూరం ప్రయాణం చేసిన ఎలెక్ట్రిక్ ప్రేరణలు (అంటే సిగ్నల్స్) టెలిఫోను రిసీవరులోని పొరని గుర్తించ తగినంత గట్టిగా కంపింపజేసే సత్తువ లేని వన్నమాట. ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటు బలంలోని తేడాలనుబట్టి రిసీవరు పనిచేసే విధానాన్ని మీరు మరచి పోలేదనుకుంటాం. ఈ ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటు బలంలోని తేడాలే రిసీవరులో ఉండే సున్నితమైన తీగె చుట్టచుట్టూ అయస్కాంత శక్తిలోని తేడాలను కల్పిస్తాయి. అయస్కాంత శక్తిలోని విభేదాలే ధ్వనిని వుత్పత్తి చేయడానికి అనువుగా పొరని ప్రకంపింపజేస్తాయి. అయితే



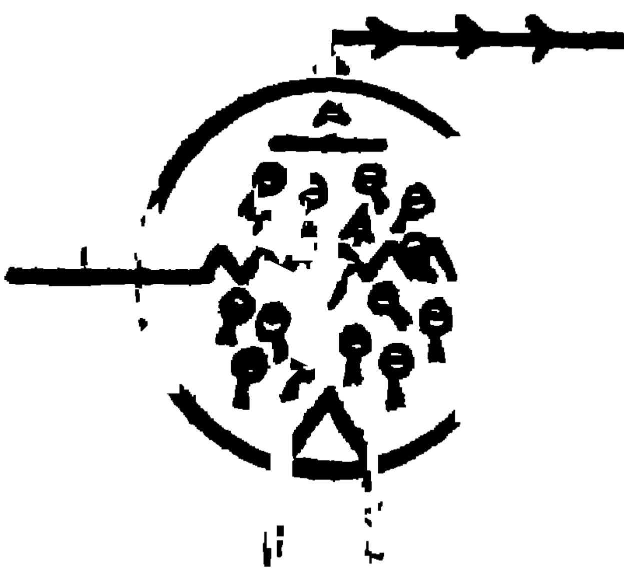
ట్రియోడ్‌కు ప్రతీక

లోనికి వచ్చే సిగ్నల్ బలహీనంగా వుంటే మనం ఏ ధ్వనినైనా విన డానికి తగినంత గట్టిగా పొరని ప్రకంపింపజేసే సత్తువ ఆ బలంలో తేడాలకు వుండదు.



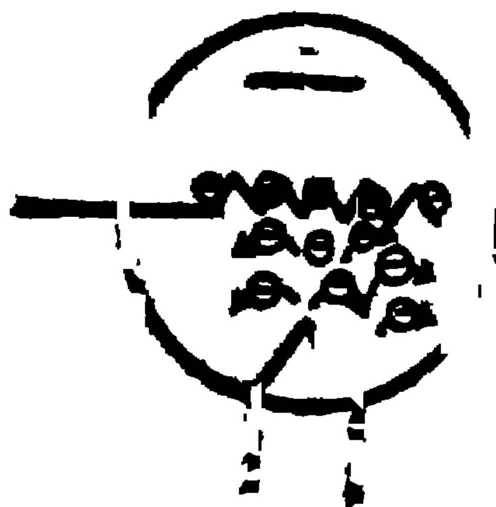
మూడు మూలద్రవ్యాల ఎలెక్ట్రాను వాల్వుని వుపయోగిస్తే ఎలెక్ట్రిక్ ప్రేరణల బలాన్ని అధికం చేయవచ్చు. అందువల్ల పొర మీది ప్రకంపనలు బలవత్తరమవుతాయి. టెలిఫోను తీగని ఎలెక్ట్రాను వాల్వులో ఉన్న గ్రిడ్డుకి కలపడం వలన ఇది సాధ్యమవుతుంది. తీగ లోంచి ఏమీ కరెంటు రాకపోతే గ్రిడ్డులో ఎలెక్ట్రానులు అధికంగా వుండవు. కాబట్టి పర్యవసానంగా కేసరంలోనుంచి పలకకి అధిక సంఖ్యలో ఎలెక్ట్రానులు ప్రవహిస్తాయి. కాని, టెలిఫోను తీగలోంచి కరెంటు గ్రిడ్డులోనికి వస్తే అసంఖ్యాకమైన ఎలెక్ట్రానులు గ్రిడ్డుపైన వుంటాయి. ఇప్పుడు కేసరంనుంచి పలకకి పయనించడానికి ప్రయ త్నించే ఎలెక్ట్రానులకి అవరోధం తటస్థిస్తుంది. అవి పలకని చేరుకో లేవు. బాగా దగ్గరపడినప్పుడు ఎలెక్ట్రానులు పరస్పరం తోసు కొంటూ దూరంగా పోతాయి, లేదా అడ్డగిస్తాయన్న విషయం మీకు జ్ఞాపకం ఉందనుకుంటాం. ఈ విధంగా కేసరాన్ని విడిచిపెట్టిన ఎలె క్ట్రానులు పలకవైపు ప్రయాణం మొదలుపెడతాయి. అవి గ్రిడ్డుకి చేరుకోగానే దానిపైన ఉన్న ఎలెక్ట్రానులు వాటిని ఎదుర్కొంటాయి. కనుక అవి సాగిపోలేవు.

గ్రిడ్డుకు కరెంటు రాకపోతే చాలా ఎలెక్ట్రానులు పలకకి ప్రవహిస్తాయి.



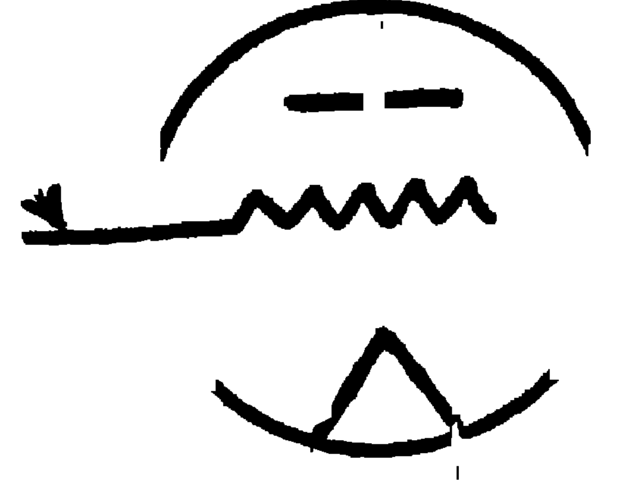
ఈ ఫలితం ఏర్పడడానికి గ్రిడ్డుమీద ఎన్నో ఎలెక్ట్రానులు ఉండనక్కరలేదు. ఒక సులభమైన ఉదాహరణ చూద్దాం. లోనికి వచ్చే కరెంటు పదినుంచి నూరులోపున ఎన్నో కొన్ని ఎలెక్ట్రానులను గ్రిడ్డుమీద నిక్షేపించాయనుకుందాం. గ్రిడ్డుమీద నూరు ఎలెక్ట్రాను లుండగా, కేసరంనుంచి పలక వద్దకు ప్రతి సెకెండుకి వెయ్యి ఎలె క్ట్రానులు మాత్రమే వెళ్ళగలవు అనుకోండి. గ్రిడ్డుపైన వుండే నూరు

గ్రిడ్డుమీద ఎలెక్ట్రానులు కేసరం నుంచి వచ్చే ఎలెక్ట్రానులను ఎదు ర్కొంటాయి. కొన్ని ఎలెక్ట్రా నులే పలకకి చేరుతాయి.

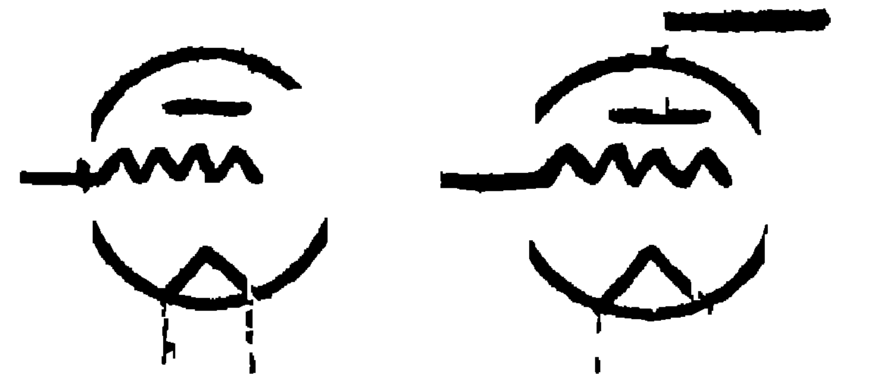


ఎలెక్ట్రానులూ వెయ్యి ఎలెక్ట్రానులను తప్పించి మిగతా ఎలెక్ట్రానులన్నింటినీ ఎదుర్కోగలవు. అయితే గ్రిడ్డుమీద ఉండే ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్య పదికి తగ్గిపోతే, ఇంకా ఎక్కువ ఎలెక్ట్రానులు మధ్యనుంచి చొచ్చుకొని పోగలవు. కొన్ని రకాల ఎలెక్ట్రాను వాల్వులలో సెకండుకి ఇరవై లక్షల ఎలెక్ట్రానులు కూడా చొచ్చుకొని పోగలవు. ఈ విధంగా లోనికి వచ్చే సిగ్నల్ సెకెండుకి పది నూటికీ మధ్య ఎన్నో కొన్ని ఎలెక్ట్రానులతో వస్తే దానిని వాల్వులో సెకెండుకి వెయ్యికీ ఇరవై లక్షలకీ మధ్య ఎంతో కొంత సంఖ్యలోనికి పెంపొందించవచ్చు. సారాంశమేమిటంటే, లోనికి వచ్చే సిగ్నల్ బలహీనంగా ఉంది. అది గ్రిడ్డుమీద అధమపక్షం పది, మహా అయితే నూరు ఎలెక్ట్రానులనే నిక్షేపించగలదు. కాని వాల్వులోంచి బయటకు వెళ్ళే సిగ్నల్ చాలా బలంగా వుంటుంది. కేసరంనుంచి పలకకి వెయ్యి నుంచి ఇరవై లక్షల లోపున ఎన్నో ఎలెక్ట్రానులు ప్రతి సెకెండుకీ ప్రయాణం చేస్తూవుంటాయి. అవి ఆ తరవాత రిసీవరులో ప్రయాణం చేస్తాయి. ఇప్పుడా సిగ్నల్ పొరని ప్రకంపింపజేయడానికి తగిన సత్తువతో వుంటాయి; మనకి ధ్వని వినబడుతుంది. ఇంకా ఆ సిగ్నల్‌కి సత్తువ చాలకపోతే రెండవ వాల్వుని వుపయోగించి సిగ్నల్‌ని ఇంకా విస్తారం చేయవచ్చు.

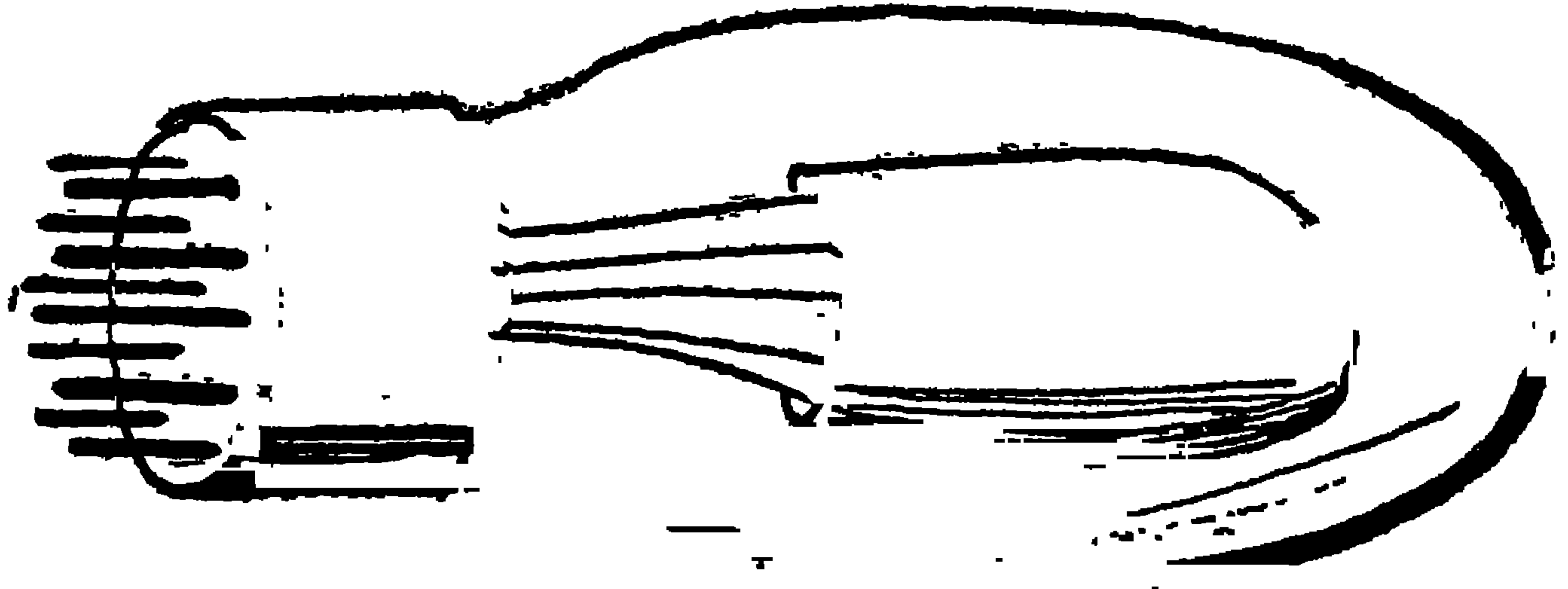
ప్రతి సెకెండూ ఇక్కడికి 10 మొదలు 100 ఎలెక్ట్రానులు వస్తాయంటే ఇక్కడ నుంచి వెళ్ళేది 1000 మొ. 2,000,000దాకా ఉంటాయన్నమాట



ఎలెక్ట్రిక్ గ్రామఫోను స్ఫటికంలోనుంచి వచ్చే సిగ్నల్‌ను విస్తరింపజేయడానికి ఎలెక్ట్రాను వాల్వులను వుపయోగించవచ్చు. అంటే గ్రామఫోను లౌడుస్పీకరులో పొరని మరింత గట్టిగా ప్రకంపింపజేయడానికి అనువుగా ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటులో బలాబలాలను అధికం చేయవచ్చు. ఈ లౌడుస్పీకరు నిర్మాణం రమారమి టెలిఫోను రిసీవరు నిర్మాణంలాగే వుంటుంది. అందులో ఒక తీగెచుట్ట వుంటుంది. దాని గుండా కరెంటు ప్రవహిస్తుంది. కరెంటుశక్తి మారినప్పుడల్లా అయస్కాంత క్షేత్రం మారుతుంది. దానివల్ల పొర కదులుతుంది; ప్రకంపించి ధ్వనిని ఉత్పన్నం చేస్తుంది.

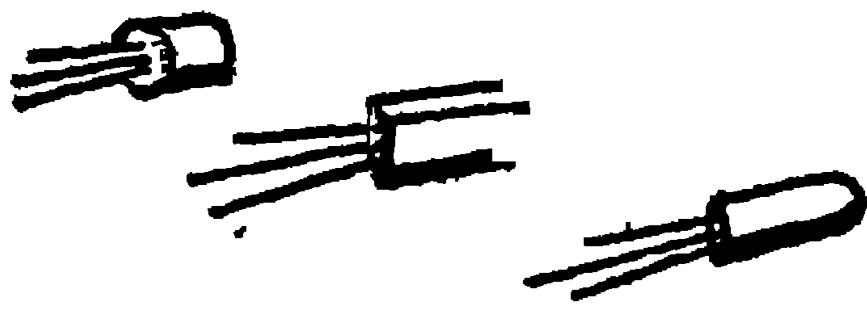


రెండవ వాల్వు సిగ్నల్‌ని ఇంకా విస్తారం చేస్తుంది.



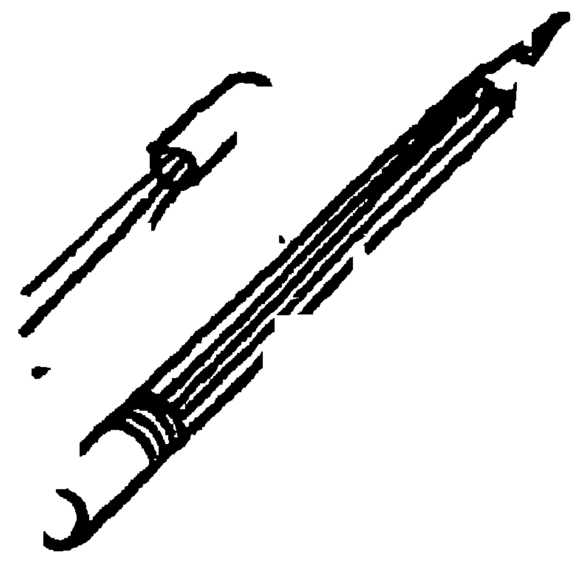
18

ట్రాన్సిస్టర్లు



ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులు చాలా అద్భుతమైన పరికరాలు. రేడియోల లోనూ, టెలివిజన్ సెట్లలోనూ తప్పనిసరిగా వుపయోగపడడమే కాకుండా ఇవి మరెన్నో పనులు చేస్తాయి. వీటిని రాడార్లలోనూ, సినిమా యంత్రాలలోనూ వుపయోగిస్తారు. ఇవి ఫ్యాక్టరీల్లో ఉత్పత్తి విధానాలను కంట్రోలుచేస్తాయి. అంతే కాదు. 'యూనివాక్' లాంటి ఎలెక్ట్రానిక్ మెదళ్ళలో పునాదిగా వాడుతారు. వీటినిగురించి ముందు ముందు పేజీలలో ఇంకా ఎక్కువగా తెలుసుకుందాం.

'వేక్యూమ్‌ట్యూబులు', అంటే గాలి లేక శూన్యప్రదేశ ముండే వాల్వులలో కొన్ని లోపా లున్నాయి. అందులో మొదటిది అవి విద్యుచ్ఛక్తిలో చాలా భాగాన్ని వృథాగా వమ్ముచేస్తాయి. శూన్యముండే వాల్వులలో ఒక అంగాన్ని ఎలెక్ట్రానులు ప్రసాదించడంకోసం వేడి చేయాలి. ఇలా వేడిచేయడానికి విద్యుచ్ఛక్తి అవసరమవుతుంది; అనవసరమైన వేడిమిని పుట్టిస్తుంది. రేడియో లోపలిభాగం వేడెక్కిపోతుందని మీరు అనుభవంవల్ల తెలుసుకొనే వుంటారు. ధ్వనికన్నా త్వరగా పయనించే జెట్‌విమానాలలో ఎన్నో ఎలెక్ట్రానిక్ కంట్రోళ్ళు వుంటాయికదా. వాటిలో వాడిన వందలకొద్దీ 'వాల్వులు' ఎంత వేడిని వుత్పత్తి చేస్తాయో వూహించుకోండి! ఈ వేడిమిని వదిలించుకొనడానికి విమానాలు ప్రత్యేకమైన చల్లదనం పరికరాల సహాయాన్ని పొందవలసి వుంటుంది!



శాస్త్రజ్ఞులు ఈ విషయాన్ని గుర్తించి శూన్యప్రదేశపు వాల్వులలో ఉండే లోపాలను గ్రహించి ఈ వాల్వులు చేసే పనినే చేయగలిగిన ఇతర సాధనాలకోసం వెదకడం మొదలు పెట్టారు. అప్పుడు, మొన్నమొన్న కొన్ని సంవత్సరాలక్రిందట బెల్ టెలిఫోను కంపెనీవాళ్ళ పరిశోధనాగారం 'ట్రాన్సిస్టర్' అనే కొత్త పరికరాన్ని ప్రకటించింది. బ్రాటైన్, బార్డీను అనే ఇద్దరు శాస్త్రజ్ఞులు బెల్ టెలిఫోను కంపెనీలో పని చేస్తున్నారు. ఎన్నో సంవత్సరాల పరిశోధనల తరువాత ఈ విలక్షణమైన పరికరంలోని మొదటి నమోనాలను 1948లో ప్రపంచానికి ప్రదర్శించగలిగారు.

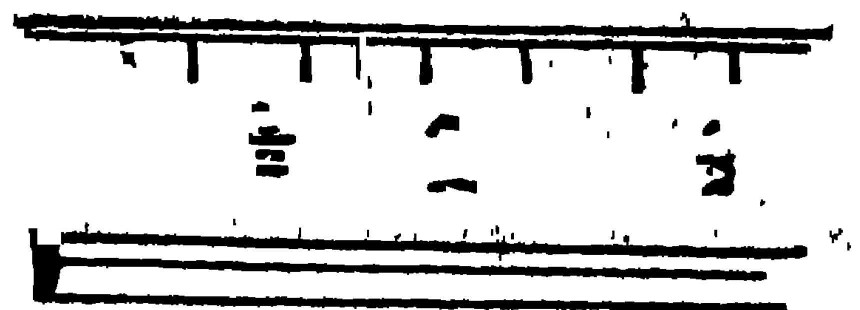
అది చూడగానే గొప్పగా వున్నట్టు కనబడదు. అసలు చూడడానికే చాలా చిన్నదిగా వుంటుంది. పరిశీలనగా చూస్తేనే తప్ప కళ్లకి కనబడదు. చాలా ట్రాన్సిస్టర్లు పెన్సిల్ కొనలో ఉన్న రబ్బరు కన్నా చాలా చిన్న సైజులో వుంటాయి. అయితే కొన్ని ట్రాన్సిస్టర్లు తమకన్నా వందలాది రెట్ల సైజుగల శూన్యప్రదేశపు వాల్వులని తోసిరాజని వాటి స్థానంలో పని చేయగలవు. ట్రాన్సిస్టర్లకి ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులకన్నా చాలా తక్కువ కరెంటు చాలు. అవి చాలా తక్కువ వేడిని పుట్టిస్తాయి.



ఇంత ట్రాన్సిస్టర్లంటే ఏమిటి? అవి ఎలా పనిచేస్తాయి?

జర్మానియమ్ స్ఫటికాల చిన్నపొరతునకలనుంచి ట్రాన్సిస్టర్లను తయారుచేస్తారు. రాగి, ఆమ్లజని, ఉదజని మొదలైనవి ఎలా మూల ద్రవ్యాలో, జర్మానియం కూడా అలాంటి మూలద్రవ్యమే. అది స్ఫటికాకారంలో వుంటుంది. విలక్షణమైన ట్రాన్సిస్టరులో వుపయోగించే జర్మానియం స్ఫటికపుతునక అంగుళంలో ఎనిమిదోవంతుకన్నా తక్కువ చదరంగా వుంటుంది. అంగుళంలో ముప్ఫయిరెండోవంతుకన్నా తక్కువ దళసరిగా వుంటుంది. అడుగుబద్ద పక్కన పెట్టి చూస్తే అది ఎంత చిన్నదో తెలుస్తుంది.

ఒకరకమైన ట్రాన్సిస్టరులో జర్మానియం స్ఫటికానికి మూడు తీగెలను అతికిస్తారు. టెలిఫోను సిగ్నల్‌ను విస్తరింపజేయడానికి ఈ రకం ట్రాన్సిస్టర్‌నే వాడుతున్నామని భావించుకోండి. పక్క పేజీలో చూపించిన పద్ధతిలో యంత్ర నిర్మాణముంటుంది.



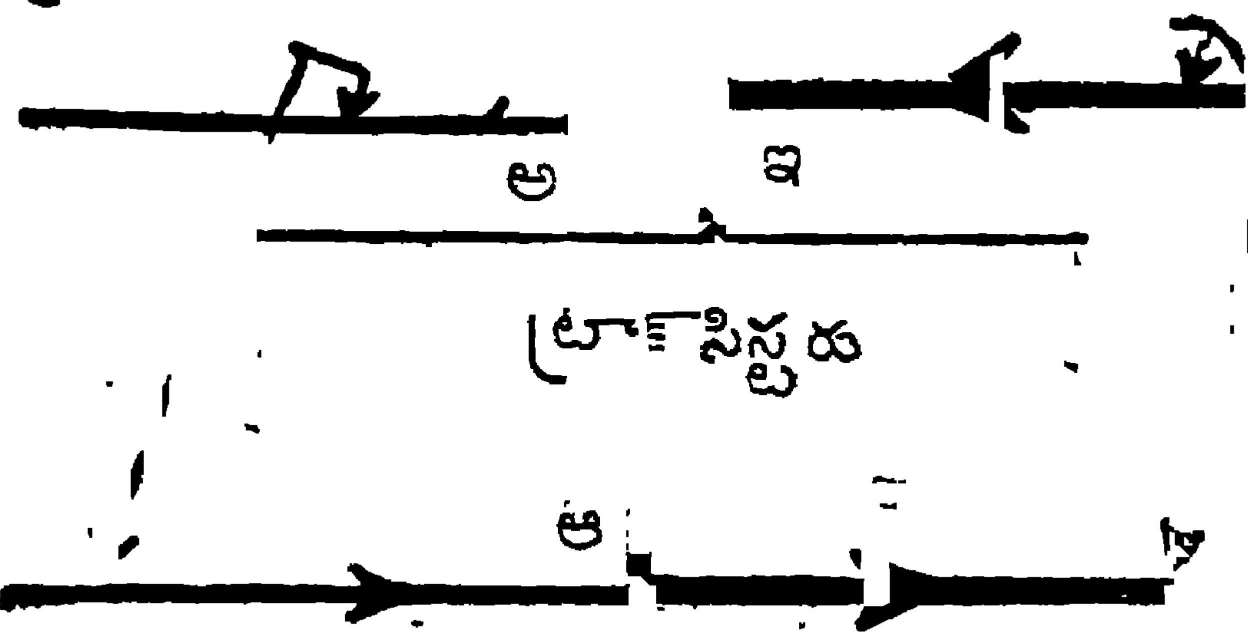
చూపించిన ట్రాన్సిస్టర్ యంత్ర నిర్మాణంలో సిగ్నల్ 'అ'-'ఆ' అనే తీగెలద్వారా వస్తుంది. రిసీవర్ని 'ఆ''ఇ'అనే తీగెల

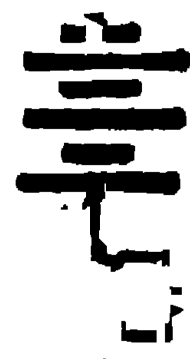
ద్వారా ఒక బేటరీకి తగిలిస్తారు. సిగ్నల్ లేనప్పుడు బేటరీలోంచి కరెంటు రిసీవరు లోనికి ప్రవహించదు. కాని సిగ్నల్ వచ్చినప్పుడు దానిని ట్రాన్‌సిస్టరు ఈ విధంగా విస్తరింపజేస్తుంది. 56 వ పేజీలో వివరించినట్టు సిగ్నల్‌లో ఎలెక్ట్రానుల తరంగాలు, లేక విద్యుచ్ఛక్తి వుంటుంది. ఈ ఎలెక్ట్రానులు 'ఆ' అనే తీగెలోంచి ప్రవేశించి 'అ' అనే తీగెలోంచి నిష్క్రమిస్తాయి. జర్మానియంలోనుంచి ఎలెక్ట్రానులు బయల్పడినప్పుడు, అవి, ధనవిద్యుత్ ఆవేశితములైన జర్మానియం పరమాణువులను విడిచిపెడతాయి. అంటే కొన్ని పరమాణువులు ఎలెక్ట్రానులను పోగొట్టుకుంటాయి. ఈ ధనవిద్యుత్ ఆవేశాలలో కొన్ని 'ఆ' తీగెలో ప్రవహిస్తున్న ఎలెక్ట్రానులతో సంతృప్తి చెందుతాయి. కాని మిగతా ధనవిద్యుత్ ఆవేశాలు 'ఇ' తీగెలోనుంచి వచ్చే ఎలెక్ట్రానులతో సంతృప్తి చెందుతాయి.

జర్మానియంలోపల జరిగే కార్యకలాపాలను తెలుసుకొనడానికి సరియైన మార్గం వివరిస్తాం. 'అ' తీగెచుట్టూ, స్ఫటికంలో ధనవిద్యుత్ ఆవేశాలు ఉత్పన్నమవుతాయి. ఈ ధనవిద్యుత్ ఆవేశాలలో ఎలెక్ట్రానులు గైరుహాజరు అవుతాయి కనుక వాటిని రంధ్రాలకింద భావించవచ్చు. 'అ' 'ఆ' తీగెలగుండా సిగ్నల్ వచ్చినప్పుడు జర్మానియంలో బోలెడన్ని 'రంధ్రాలు' ఉత్పన్నమవుతాయి. ఈ రంధ్రాలను నింపడానికి 'ఇ' తీగెగుండా ఎలెక్ట్రానులు లోనికి ప్రవహిస్తాయి. అంటే 'ఇ' 'ఆ' తీగెలమధ్య కరెంటు ప్రవహిస్తుంది. ఈ కరెంటే రిసీవరు పని చేయడానికి ఆస్కారం కలిగిస్తుంది.

సిగ్నల్ ఇక్కడ ప్రవేశిస్తుంది

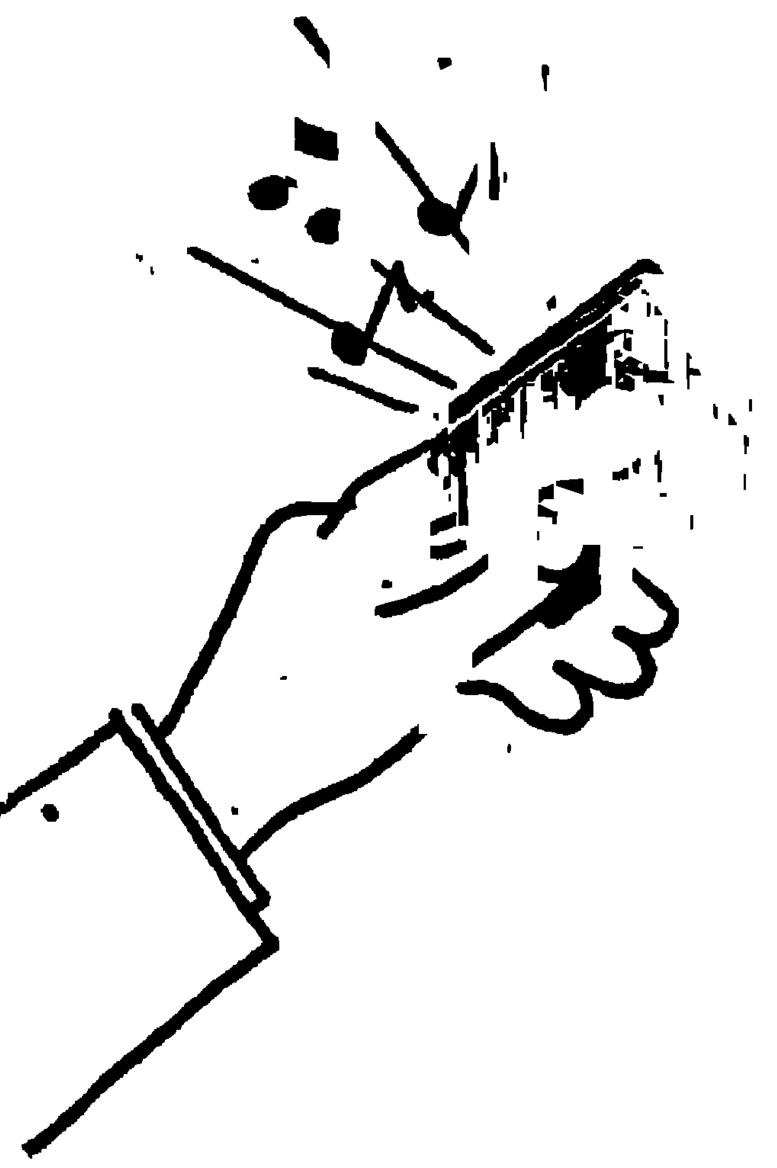
సిగ్నలు ఇక్కడ విస్తరణ పొందుతుంది





బేటరీ

రిసీవరు



దీనంతటిలో ఆశ్చర్యకరమైన విషయ మేమిటంటే, 'అ' 'ఆ' తీగెలద్వారా వచ్చే చాలా చిన్న కరెంటు లేక సిగ్నల్ పెక్కు రంధ్రాలను సృజించి వానిమూలంగా 'ఇ' 'ఆ' తీగెలలో చాలా ఎక్కువ కరెంటుకి కారణభూతమవుతుంది. అంటే సిగ్నల్ ఎన్నోరెట్లు గొప్పగా విస్తరణ పొందిందన్నమాట. ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులలో కూడా ఈ కార్యమే జరుగుతుంది. (86 వ పేజీనుండి 89 పేజీదాకా చూడండి.)

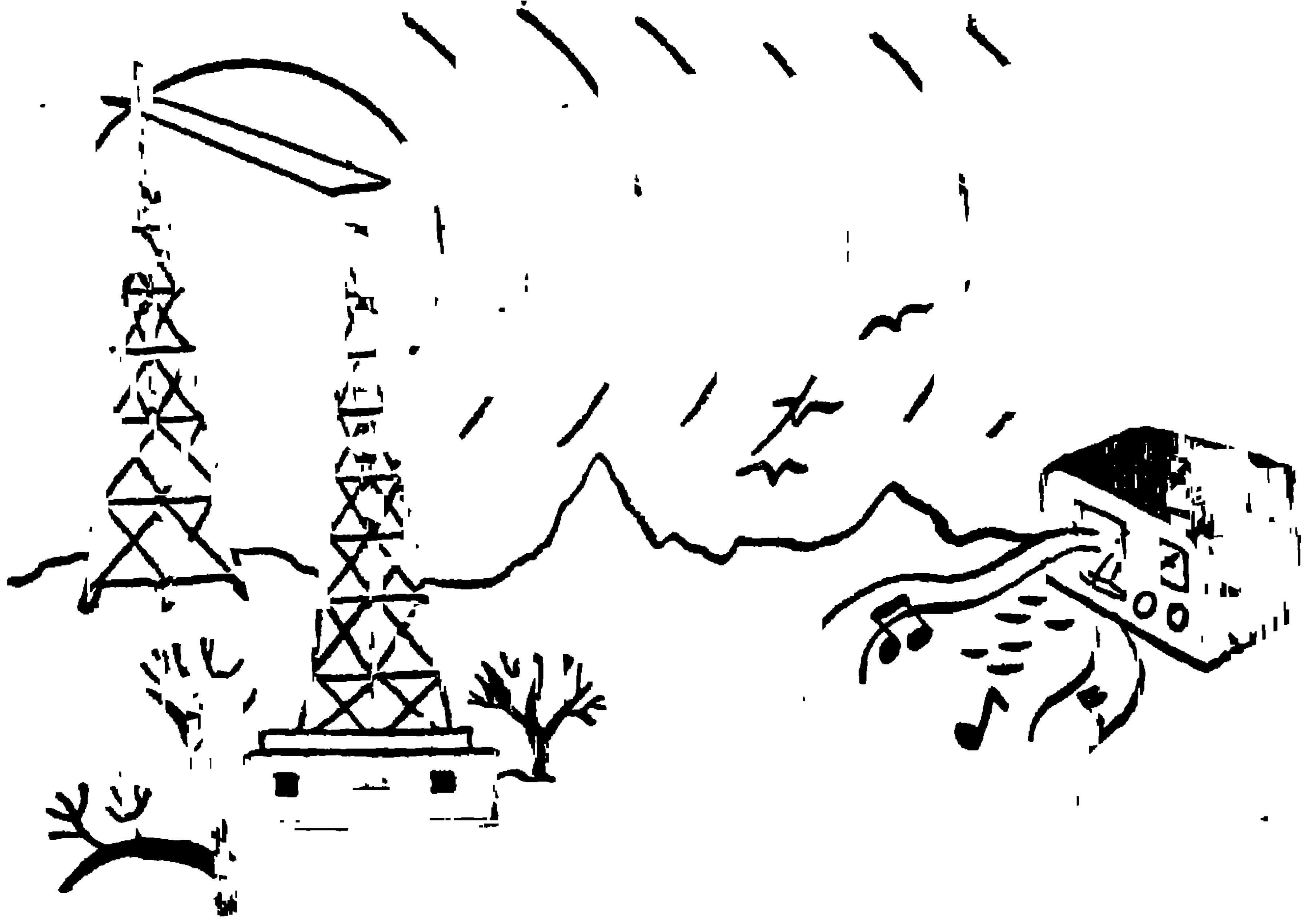
వేరేరకాల ట్రాన్సిస్టర్లను కూడా ప్రస్తుతం ఉపయోగిస్తున్నారు.ఇంకెన్నోరకాలను పరిశోధనాగారాలలో అభివృద్ధిపరుస్తున్నారు. ఎలెక్ట్రాన్‌వాల్వులున్న రేడియోలకు బదులు ట్రాన్సిస్టర్లను ఉపయోగించే బుల్లిబుల్లి రేడియోలను మీరు కొనుక్కోడానికి ఇప్పటికే అవకాశాలు ఏర్పడ్డాయి. టెలివిజన్ సెట్లు మొదలైన ఇతర విద్యుత్ పరికరాలు ఎలెక్ట్రాను వాల్వుల స్థానంలో ట్రాన్సిస్టర్లను వాడుకొంటున్నాయి. లేదా, ఇక ముందు ముందు వాడుకొంటాయి. ట్రాన్సిస్టర్లను ఉపయోగించినందువల్ల ఈ పరికరాల పరిమాణం చాలా తక్కువ స్థలాన్ని ఆక్రమిస్తుంది. చిన్నసైజులలో వాటిని తయారుచేయవచ్చు.



ట్రాన్సిస్టర్ల ఉపయోగంలో చెప్పుకోదగ్గ ముఖ్యవిషయం ఏమిటంటే, వాటిని శ్రవణేంద్రియ సహాయకారులుగా వాడుకోవచ్చు. బాగా వినబడని వాళ్ళు ధ్వని విస్తరించి చక్కగా వినిపింపజేసే ప్రత్యేకమైన పరికరాలను ధరిస్తారు. ఈ విస్తరణ యంత్రాలలో చిన్నచిన్న ఎలెక్ట్రానువాల్వులను చాలాకాలం నుంచి ఉపయోగించేవారు. ఇప్పుడు అంతకన్నా చిన్నసైజులో వుండే ట్రాన్సిస్టర్లను కళ్ళజోళ్ళ కళ్ళలో నిక్షేపించి తయారుచేస్తున్నారు. ఈ కళ్ళజోళ్ళను మీరు పెట్టుకొంటే, చెవులమీద అమరిన ఒక సులోచనపాదం విస్తరింపజేసిన ధ్వనిని చెవి పైన వుండే ఎముకకి తీసుకొని వెళుతుంది. అక్కడనుంచి,ఎముకద్వారా, చెవి లోపలి భాగానికి ధ్వని చేరుకొంటుంది. పదిహేనవ ప్రకరణంలో చెవిని విపులంగా వర్ణించి, అది ఎలా పనిచేస్తుందో వివరించాం.

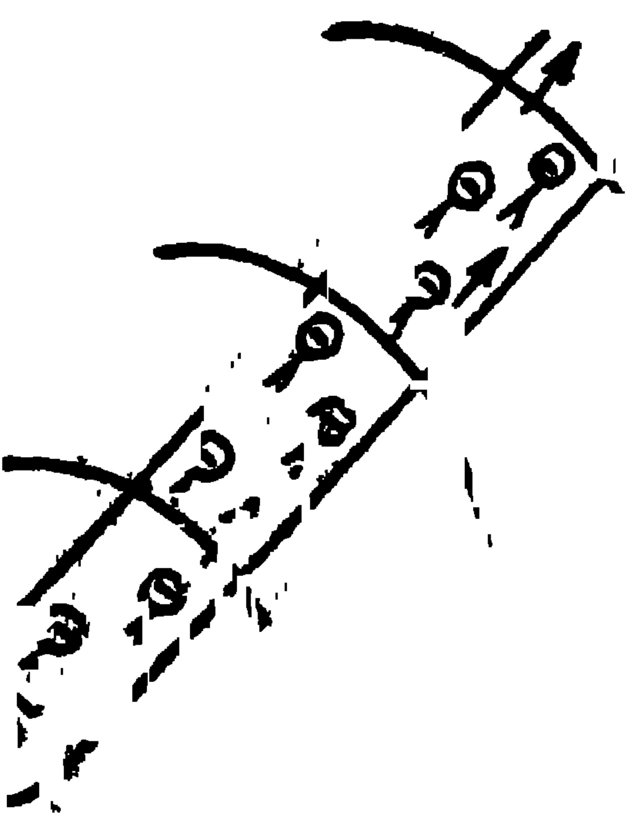
19

రేడియో తరంగాలు



నిజమైన రేడియో సెట్లలో ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులు ఎలా పనిచేస్తాయని ప్రశ్నించుకొనడానికి ముందు ప్రసార కేంద్రంనుంచి మన రేడియోలోనికి సిగ్నల్సు ఎలా చేరుకుంటాయో మొదట తెలుసుకుందాం. అధిక-అల్ప వత్తిడి ప్రదేశాల రూపంలో ధ్వని సిగ్నల్సు తరంగాలుగా గాలిలో ప్రయాణం చేస్తాయని మనం తెలుసుకున్నాం. ఇంచుమించు అదే మార్గంలో రేడియో సిగ్నల్సు కూడా అయస్కాంత తరంగాలుగా ప్రయాణం చేస్తాయి.

తీగెద్వారా ఎలెక్ట్రానులు ప్రవహించినప్పుడుఅయస్కాంతత్వం జనిస్తుం దన్న విషయం మీకు తెలుసు. విద్యుచ్ఛక్తి ద్వారా ఉత్పత్తి చేశారు కనుక అటువంటి అయస్కాంతత్వాన్ని 'విద్యుదయస్కాంతత్వం, లేక 'ఎలెక్ట్రో మేగ్నెటిజం' అంటారు. విద్యుచ్ఛక్తి ఎంత అధికంగా వుంటే విద్యుదయస్కాంతత్వం అంత బలంగా వుంటుంది.



చుట్టలో ప్రవహించే ఎలె నులు విద్యుదయస్కాంతత్వాన్ని వెలువరుస్తాయి.

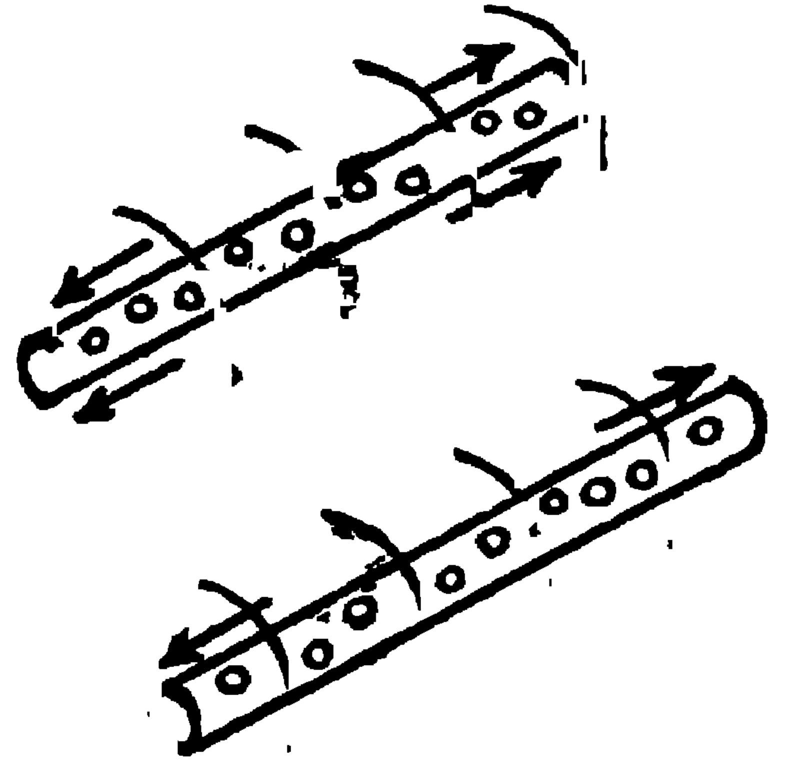
ట్రాన్స్‌ఫార్మరులోని మొదటి తీగెచుట్టలో కరెంటు మాటిమాటి తన ప్రయాణ దిశను మార్చుకుంటుంది.అంటే కరెంటు పరివర్తిత మవుతుంది. అందువల్ల విద్యుదయస్కాంతత్వ తరంగాలు మొదటి తీగెచుట్టలోంచి వెలువడతాయి. ఇవి రెండవ తీగె చుట్టను ఛేదిస్తాయి. తత్ఫలితంగా రెండవ తీగె చుట్టలో ఎలెక్ట్రానులు, అంటే విద్యుచ్ఛక్తి వుత్పన్న మవుతుంది.

రమారమి ఇదే విధంగా రేడియో ప్రసార కేంద్రాలు విద్యుదయస్కాంతత్వ తరంగాలను బయటకు పంపిస్తాయి. ఈ తరంగాలు రేడియో రిసీవర్లలో ఎలెక్ట్రానులకు కదలికను పుట్టిస్తాయి. ఈ ఎలెక్ట్రానుల కదలికవల్ల ధ్వని జనించి ప్రసార కేంద్రంలో ఏ కార్యక్రమం జరుగుతూందో దానిని మీరు వినగలుగుతారు. ఇందులో చెప్పుకోదగ్గ విశేష మేమిటంటే, విద్యుదయస్కాంతత్వ తరంగాలు బహు దూరం ప్రయాణం చేయగలవు.

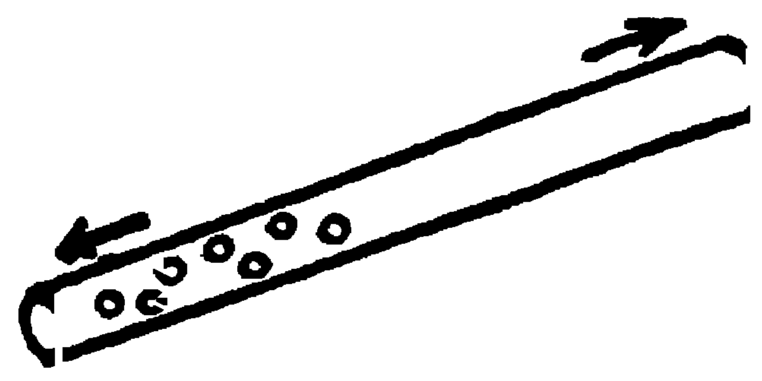
ప్రసార కేంద్రంలో వుండే 'ఆంటెన్నా' అనే ఆకాశకము విద్యుదయస్కాంతత్వ తరంగాలకు ప్రారంభ స్థానంగా వుంటుంది, ఈ ఆకాశకం లేక ఏరియల్ పొడుగాటి తీగె రూపంలోగాని, ఎత్తయిన గోపురంలాగగాని ఉంటుంది. ఆకాశకంలో ఎలెక్ట్రానులు మహత్తర వేగంలో ముందు వెనుకలకు దూసుకుపోయేటట్టు ప్రసార యంత్రాలు పనిచేస్తాయి. ఇది కూడా ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తే. అయితే మన ఇళ్ళలో ఉపయోగించే 'ఎ. సి.' కన్నా చాలా ఎక్కువ పరిమాణంలో ఇది తొందర తొందరగా పరివర్తిత మవుతుంది. రేడియో కేంద్రంలో కార్యక్రమాన్ని ప్రకటించే ఉద్యోగి "ఇది ఫలానా రేడియో కేంద్రం. 760 కిలోసైకిల్స్ పైన ప్రసారం చేస్తున్నాం" అని తెలియజేసినప్పుడు అతడు ఉద్దేశించిన దేమిటంటే, "ఆకాశకంలో ప్రవహించే కరెంటు ఒక దిక్కులో ప్రవహించి, ఆగిపోయి మళ్ళా రెండవ దిక్కులో ప్రవహించడానికి మారుతుంది. ఈ మార్పులు సెకెండుకి ఏడు లక్షలా అరవై వేలసార్లు జరుగుతున్నాయి!" అని రేడియో ఉద్యోగి చెప్పున్నాడు. కిలో అంటే వెయ్యి అని అర్థం. అందుచేత 760 కిలోసైకిల్సు అంటే 7,60,000 సైకిల్సు.

ట్రాన్స్‌ఫార్మరు గురించి 70 వ పేజీలో ఏం చెప్పామో గుర్తు చేసుకున్నారా? ట్రాన్స్‌ఫార్మరు లోపల తీగె చుట్టలోని ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తి తీగె చుట్టచుట్టూ వున్న అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పులు తెచ్చిపెడుతుంది. ఆ విధంగానే ఆకాశకంలోని ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తి ఆకాశకంచుట్టూవున్న అయస్కాంత క్షేత్రంలో మార్పులు తెస్తూవుంటుంది. ఈ మారుతున్న అయస్కాంత క్షేత్రం ఆకాశకం నుంచి అన్ని దిక్కులలోనూ మహత్తర వేగంతో ప్రయాణం చేస్తుంది. అయస్కాంత క్షేత్రం మాటి మాటికీ మారుతూ ఉంటుంది

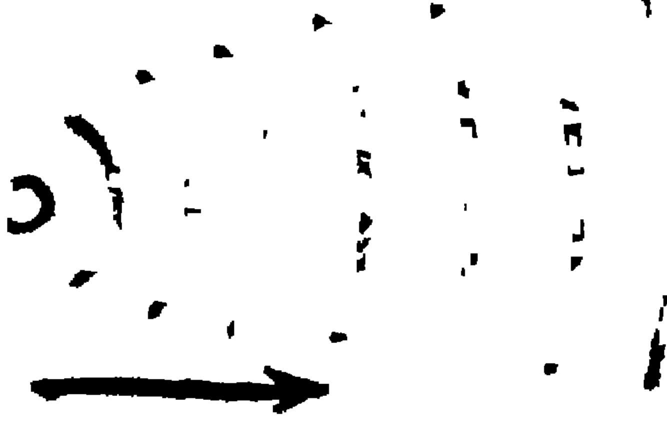
ప్రసార కేంద్రంలోని ఆంటెన్నా యందలి ఎలెక్ట్రానులు ముందు వెనుకలకు రివ్వున దూసుకు పోతుంటాయి.



ఇది రిసీవర్లలోని ఆంటెన్నా యందలి ఎలెక్ట్రానులను రివ్వున ముందు వెనుకలకు దూసుకు పోజేస్తుంది.



760 కిలో సైకిల్సు అంటే ఎలెక్ట్రానులు కాసేపు ఇటూ, అంతలోనే అటూ సెకెండుకు 760,000 సార్లు జరుగుతా యన్నమాట.



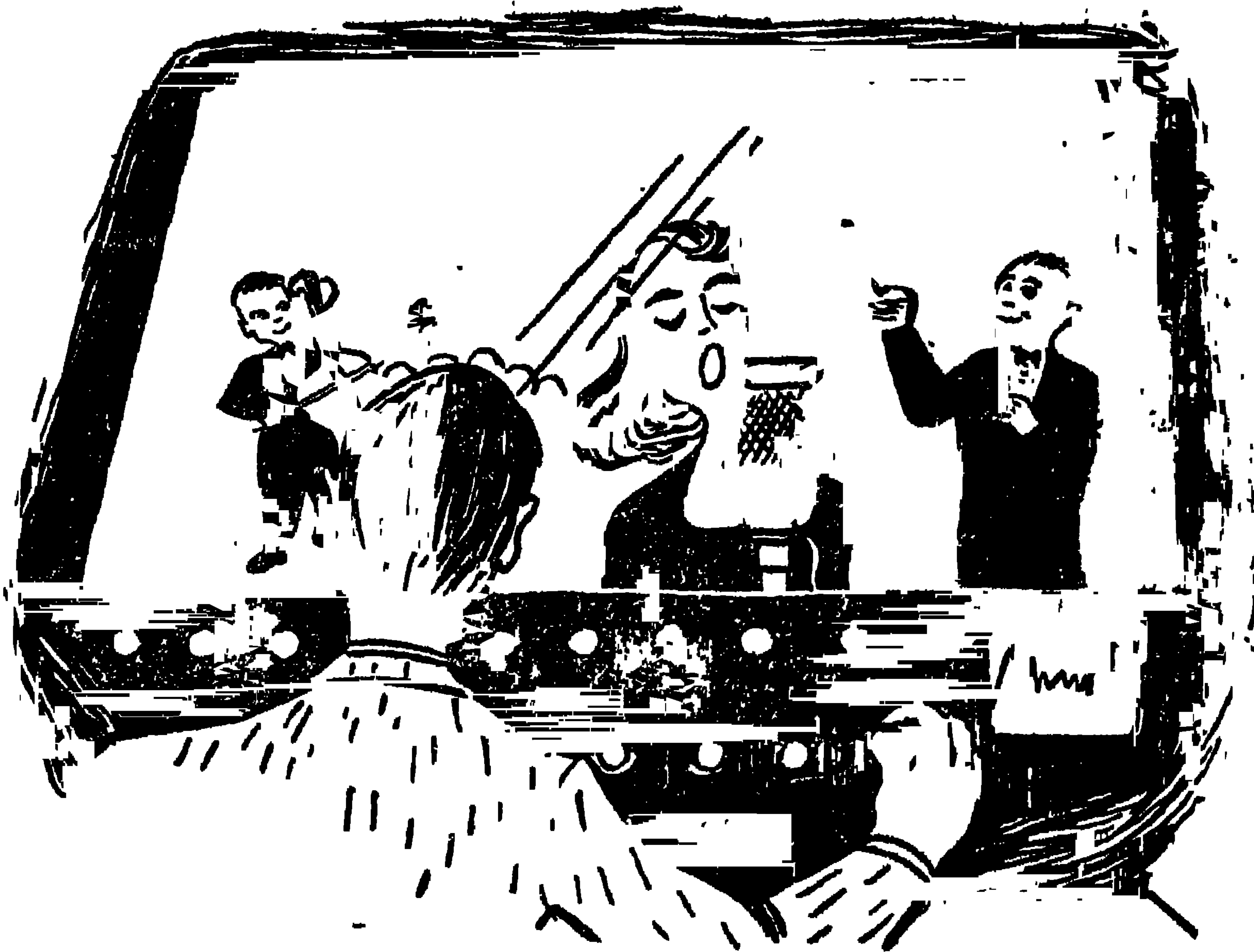
...డియో తరంగాలు సెకండుకు ...86,000 మైళ్లు ప్రయాణం చేస్తాయి.

కనుక అది తరంగాల రూపంలో పయనిస్తుంది. ఈ తరంగాలనే రేడియో తరంగా లంటారు. ఇవి సెకెండుకి ఒక లక్షా ఎనభై ఆరు వేల మైళ్ల స్పీడులో ప్రయాణంచేస్తాయి.

ప్రసార కేంద్రం వద్దనున్న ఆకాశకంనుండి బయలుదేరిన ఈ రేడియో తరంగాలు పయనించి పయనించి మీ రేడియో సెట్టుకి వుండే ఆకాశకాన్ని ఛేదిస్తాయి. అందువల్ల రిసీవరుఆకాశకంలో సున్నితమైన విద్యుత్ ప్రవాహాలు పరివర్తితమవుతాయి. ట్రాన్స్ఫార్మరులో ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తి మొదటి తీగె చుట్టలో ప్రవహించి అయస్కాంత తత్వ తరంగాలను సృష్టించి, వాటి ద్వారా రెండవ తీగెచుట్టలో కరెంటుని జనింపజేసినట్లే ఇక్కడ కూడా జరుగుతుంది. ప్రసార కేంద్రంలోని ఆకాశకం మొదటి తీగెచుట్టలా పనిచేస్తుంది. రిసీవరులోని ఆకాశకం రెండవ తీగె చుట్టగా పనిచేస్తుంది.

రిసీవరు ఆకాశకంలో ప్రేరేపణ పొందిన సున్నితమైన ఎలెక్ట్రిక్ కరెంటులు చాలా స్వల్పంగా వుంటాయి. వీటిని బహుదూరం ప్రయాణం చేసిన టెలిఫోను సిగ్నల్స్‌తో సరిపోల్చవచ్చు. ఇటువంటి మరీ బలహీనమైన సిగ్నల్‌ను కూడా టెలిఫోను రిసీవరులోని పొరని ప్రకంపింపజేసి శబ్దోత్పత్తి చేయగలిగినంత బలం వచ్చేదాకా ఎలెక్ట్రాను వాల్వులు విస్తరింపజేయడం మీకు జ్ఞాపకముండేవుంటుంది.

మీ రేడియో సెట్టులోని ఆకాశకములోనికి వచ్చే సిగ్నల్సు కూడా ఈ విధంగానే విస్తరణ చెందుతాయి. దీనిని గురించి ఇతర వివరాలు ముందు ప్రకరణంలో తెలుసుకుందాం.



20 రేడియో ప్రసార, స్వీకారాలు

ప్రసారకేంద్రంలో మైక్రోఫోను ధ్వనిని విద్యుత్ ప్రేరణలక్రింద మారుస్తుంది. ఈ మైక్రోఫోను కుండా టెలిఫోను ట్రాన్స్మిటర్ మోస్తరుగానే పనిచేస్తుంది. మైక్రోఫోను నుంచి వచ్చే విద్యుత్ ప్రేరణలను ఎలెక్ట్రాన్ వాల్వులద్వారా విస్తరింపజేస్తారు. కానివాటిని ప్రసారకం ఆకాశకములలోనికి 'ఆంటెన్నా' పంపించే ముందు మరి కొంత తతంగం వుంది. ఆకాశకంలో అధిక ప్రకంపనపు రేటుతో ఇటూ అటూ విచలిస్తున్న ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తితో వీటిని సమ్మిళితం చేయాలి. వెనుకటి ప్రకరణంలో చెప్పిన అధిక-ఫ్రిక్వెన్సీ రేడియో తరంగాలను ఎక్కువ ప్రకంపనపు రేటుతో వున్న ద్విముఖ విద్యుచ్ఛక్తి ఉత్పత్తి చేస్తుంది. ఈ తరంగాలను 'వాహన తరంగాలు' అంటారు. ఈ తరంగాలు ఆకాశకంనుండి వెలువడిన తరువాత తమతోబాటు మైక్రోఫోనునుంచి జనించిన సిగ్నల్సుని వహించి తీసుకుపోతాయి కనుకనే వీటిని వాహనతరంగాలన్నారు. మైక్రోఫోనునుంచి వచ్చే సిగ్నల్సు ఈ తరంగాల శ్రుతిలో మార్పులు కలిగిస్తాయి. ప్రసారకేంద్రంనుంచి వుత్పన్నమయ్యే కార్యక్రమాన్ని పునరుత్పత్తి చేయడానికి రేడియో రిసీవర్లు ఈ శ్రుతిమార్పునే వినియోగించుకుంటాయి.

ఈ తరంగం ఆంటెన్నాలోని 1,000,000 ఎలెక్ట్రానుల ముందు - వెనుకల కదలికను చూపెడుతుంది. ఈ ఎలెక్ట్రానులు రేడియో వాహన తరంగాలను జనింప జేస్తాయి.

శ్రుతి మార్పు ఎలా జరుగుతుందో పరిశీలిద్దాం. ప్రసారక యంత్రం ఆకాశకంలో వెల్లువలా పొంగే ఎలెక్ట్రానులను మొదట ఒక దిక్కు-వైపు, పిదప యింకొక దిక్కు-వైపు పంపిస్తుంది. ఉదాహరణకు మైక్రోఫోనునుంచి ఏ విధమైన విద్యుత్ ప్రేరణలూ రాలేదనుకోండి; అంటే ఏ విధమైన ధ్వనీ జనించలేదన్నమాట. అప్పుడుకూడా ఆకాశకంలో పదిలక్షల ఎలెక్ట్రానులు మొదట ఒకదిక్కు-వైపు, పిదప ఇంకొక దిక్కు-వైపు పయనిస్తూవుంటాయి. రేడియోకేంద్రం 760 కిలోసైకిల్సు ఫ్రీక్వెన్సీపైన ప్రసారంచేస్తే, ఈ ఎలెక్ట్రానులు సెకెండుకి ఏడులక్షలా అరవైవేలసార్లు ఒక ప్రక్కకీ, తరువాత రెండో ప్రక్క పయనిస్తూవుంటాయి. ఈ కదులుతున్న ఎలెక్ట్రానులే వాహన తరంగాలను సృజిస్తాయి.

వాహన తరంగాల ఎలెక్ట్రానులకు మైక్రోఫోను ఎలెక్ట్రానులు కూడ కలిస్తే 1,000,000 ఎలెక్ట్రానులకు పైగా కదులుతాయి.
(బాణపు గుర్తు అధికతర కంపన పరిమితిని సూచిస్తున్నది)

ఈ ఎలెక్ట్రానుల కదలికలో, మైక్రోఫోనునుంచి పుట్టిన విద్యుత్ ప్రేరణలను కలిపి మార్పులుతెస్తే, అంటే శ్రుతిమార్పుకి ఆస్కారం కలుగజేస్తే చెప్పుకోతగ్గ పరిణామం ఏర్పడుతుంది. ఏదైనా ధ్వనిచేసి దానిని మైక్రోఫోనుద్వారా విద్యుత్ ప్రేరణలక్రింద మారిస్తే పదిలక్షల కన్నా చాలా ఎక్కువ ఎలెక్ట్రానులు ఆకాశకంలో కదులుతాయి. అంటే మైక్రోఫోనులో పుట్టిన విద్యుత్ ప్రేరణలు, లేక ఎలెక్ట్రానులు వాహనతరంగాలలో ఉండే ఎలెక్ట్రానులతో సమ్మిళితమైనా యన్నమాట.

దీనివల్ల ఆకాశకంలోని ఎలెక్ట్రాను ప్రవాహం బలవత్తర మవుతుంది. అందుచేత విద్యుదయస్కాంతత్వం, లేక రేడియో తరంగం కూడా బలవత్తరమవుతుంది. మిగతా తరంగాలకన్నా ముఖ్యంగా ఈ తరంగం రిసీవరుసెట్టులోని ఆకాశకాన్ని ఛేదించినప్పుడు గ్రాహక ఆకాశకంలో మామూల్గాలు వాహన తరంగాలు పుట్టించే ఎలెక్ట్రాను ప్రవాహంకన్నా బలవత్తరమైన ప్రవాహాన్ని సృజిస్తుంది.

ఈవిధంగా మైక్రోఫోనువద్ద జరిగే ధ్వనుల తేడాలు రేడియో వాహన తరంగాల బలంలో తేడాలకి కారణభూతమవుతాయి. దీనినే కంపనపరిమితి అంటారు. ఈ కంపనపరిమితిలోని తేడాలు రిసీవరు ఆకాశకంలో ప్రవహించే ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్యలో తేడాలను కలిగి

మైక్రోఫోను ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్యలోని వ్యత్యాసాలు తరంగాలను మాడ్యులేట్ చేస్తాయి.

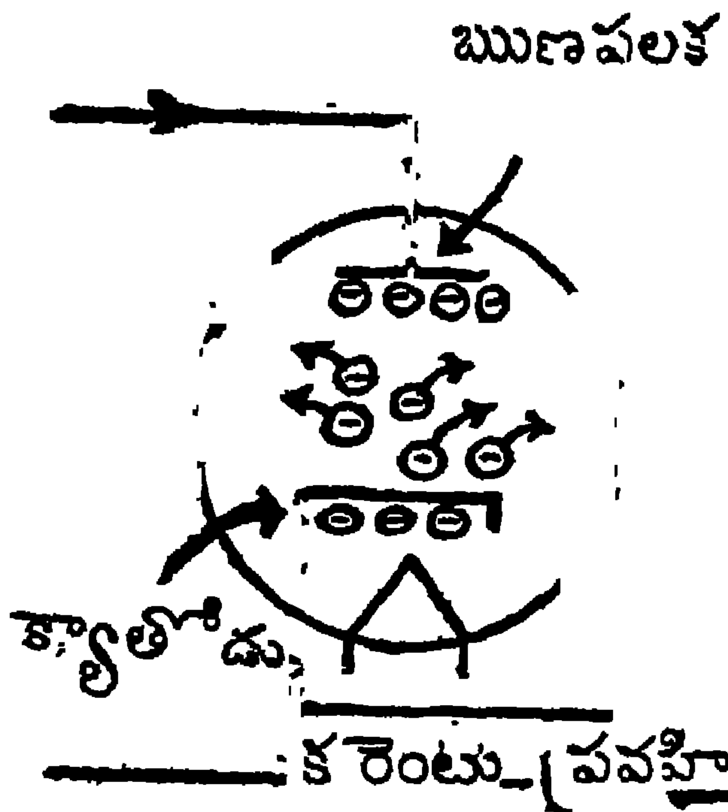
స్తాయి. ప్రసార కేంద్రంలోని మైక్రోఫోనుముందు జరిగే ధ్వనులను పున రుత్పత్తి చేయడానికి రిసీవరు ఈ తేడాలనే వాడుకుంటుంది. దీనినే ఈ క్రింద వివరంగా విశదపరుస్తాం.

వాహనతరంగాలను మార్చేపద్ధతిని 'కంపనపరిమితి శ్రుతి మార్పు' అంటారు. దీనిని యింగ్లీషులో 'ఏంప్లిట్యూడ్ మాడ్యులేషన్' అంటారు. దీనికి 'ఏ. యం.' అనే పొడిఅక్షరాల పేరుకూడా పెట్టారు. మొన్నమొన్నటిదాకా అన్ని రేడియోసెట్లూ ఈపద్ధతిపైనే పనిచేసేవి. 'ఏ. యం.' సెట్లలో ఒక పెద్ద లోపముంది. ఇవి స్టేటిక్ అనే స్థావరధ్వనులను కూడ స్వీకరిస్తాయి. అందువల్లనే కొన్నిసమయాల్లో రేడియో గ్రాహకత్వం స్ఫుటంగా వుండక రణగొణధ్వనులూ, పెద్ద చప్పుళ్ళూ చిరాకు కలిగిస్తాయి. ఆకాశంలోని ఉరుములవల్లా, మెరుపులవల్లా, లేక విద్యుదయస్కాంత తరంగాలను తయారుచేసే కొన్ని ఎలెక్ట్రిక్ యంత్రాలవల్లా స్థావరంలో ధ్వనులు ఏర్పడతాయి. ఈ తరంగాలు కూడా రేడియో ప్రసారకేంద్రంనుంచి వచ్చేవాటిలాగే వుంటాయి కనుక రిసీవరు వీటినికూడా గ్రహిస్తుంది. విద్యుత్ ఝంఝులు చెలరేగినప్పుడు స్థావరం మరీ విషమించి రేడియో కార్యక్రమాలు ఏమీ వినబడకపోవచ్చు.

ఈ స్థావర ధ్వనుల బెడదను తగ్గించడానికి రేడియో తరంగాల శ్రుతిమార్పులో ఒక విభిన్నమైన పద్ధతిని అనుసరిస్తున్నారు. కొత్త ప్రసారకేంద్రాలూ, అధునాతనమైన నమూనాలపై ఉత్పత్తిచేసిన రేడియోసెట్లూ ఈవిభిన్నసూత్రంపైన పనిచేస్తున్నాయి. తరంగ శ్రుతిమార్పు పద్ధతిని ఫ్రీక్వెన్సీ మాడ్యులేషన్ లేక 'ఎఫ్.యం.' అంటారు. 'ఎఫ్.యం.' రేడియోలలో వాహనతరంగాలఎలెక్ట్రానులతో మైక్రోఫోను విద్యుత్ ప్రేరణలను సమ్మిళితం చేస్తున్నప్పుడుసైకిల్సుయొక్క ప్రకంపనపురేటులోమార్పులకి ఆస్కారముంటుంది. మైక్రోఫోను విద్యుత్ ప్రేరణలు అంటే ఎలెక్ట్రానులు వాహనతరంగాల ఎలెక్ట్రానుల పురోగమన తిరోగమనాలను తగ్గించనూ గలవు; త్వరితపరచనూగలవు. తరంగాల బలంలో మాత్రం ఏ విధమైన మార్పూ వుండదు. అంటే వాటి కంపనపరిమితి అలాగే వుంటుంది. అయితే, వలయాల ప్రకంపనపురేటులో మార్పు వుంటుంది.

ఆంటెన్నాలో ఎలెక్ట్రానులు ముందు వెనుకలకు కదిలే ఫ్రీక్వెన్సీని ఫ్రీక్వెన్సీ మాడులేషన్ మారుస్తుంది. కదిలే ఎలెక్ట్రానుల సంఖ్యఅలాగేఉంటుంది.

ఇది మైక్రోఫోనులో జనించే విద్యుత్ ప్రేరణల శ్రుతిమార్పువల్ల ఏర్పడుతుంది. 'ఎఫ్. యం.' స్థావర శబ్దాలను జోరబడనీయదు. ఎందుచేతనంటే, వాహానతరంగాల ప్రకంపనపు రేట్ల ఎక్కువతక్కువలు విభిన్నంగా వుంటాయి. స్థావరతరంగాలు ఈ ప్రకంపనపు రేట్ల తేడాలను అనుసరించలేవు.

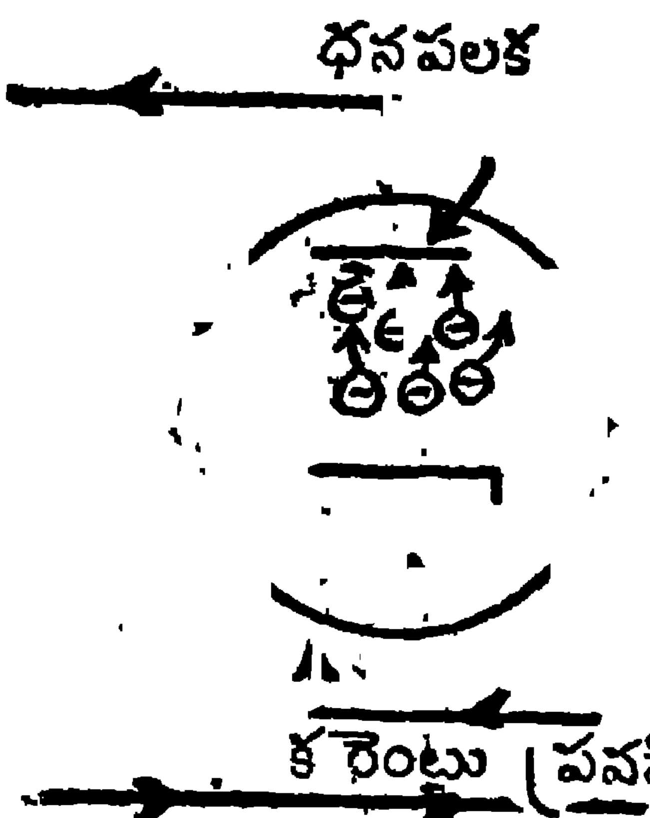


సిగ్నల్ ఎలెక్ట్రానులు పలకకు వెళ్ళితే అవి క్యాథోడు ఎలెక్ట్రానులు పలకకు వెళ్లకుండా అడ్డుతాయి.

డి-మాడ్యులేటర్ వాల్వు

రిసీవరు ఆకాశకంలో ఎలెక్ట్రానులను పరివర్తింప జేసిన తరువాత వాటివాటి తిరోగమన పురోగమనాలను శబ్దోత్పత్తికి వినియోగిస్తారు. ఎలెక్ట్రానుల పురోగమన తిరోగమనాలనే సిగ్నల్స్ అంటారు ఈ తతంగంలో మొట్టమొదటి కర్తవ్యం సిగ్నలుని విస్తరింపజేయడం.ఎలెక్ట్రాను వాల్వులోని గ్రిడ్డుతో ఆకాశకాన్ని కలపడంవల్ల ఇది జరుగుతుంది. లోనికివచ్చే సిగ్నలుని ఎలెక్ట్రానువాల్వు ఎలా విస్తరించుతుందో ఇంతకు ముందే వివరించాం.

బాగా బలవత్తరం చేశాక ఈ సిగ్నల్‌ను డిమాడ్యులేటర్ వాల్వులోనికి పంపిస్తారు. ఈ వాల్వు అధిక ప్రకంపనపు రేటు వాహాన తరంగాలను విడదీసి విసర్జిస్తుంది. ఆ తరువాత సిగ్నల్‌లో మిగిలినవల్లా విద్యుత్ ప్రేరణలే.అంటే ప్రసార కేంద్రంలోని మైక్రోఫోనువద్ద జనించిన విద్యుత్ ప్రేరణలనే అచ్చంగా పోలిన విభిన్న విద్యుత్ ప్రవాహాలు మిగులుతాయి.



కాని, సిగ్నల్ ఎలెక్ట్రానులు మరోవైపు మళ్ళితే, క్యాథోడు ఎలెక్ట్రానులు పలకకు చేరుకొంటాయి.

డి-మాడ్యులేటర్ వాల్వు ఎలా పని చేస్తుందో చూద్దాం. ఈ వాల్వులో ఒక పలక, వేడిచేసే కేసరం, 'క్యాథోడు' అనే ఋణధ్రువం వుంటాయి. క్యాథోడుని వేడి చేసినపుడు అది ఎలెక్ట్రానులను ప్రసారిస్తుంది. పలక ధన పక్షంలో వున్నప్పుడు ఈ ఎలెక్ట్రానులు దానిని చేరుకుంటాయి; కాని పలక ఋణపక్షంలో వున్నప్పుడు ఎలెక్ట్రానులకు ప్రతిఘటన తటస్థించి అవి నిరాదరణ పొందుతాయి. అంటే పలక ధన పక్షంలో వున్నపుడు వాల్వులో విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహిస్తుంది. పలక ఋణపక్షంలో వున్నప్పుడు విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించనే ప్రవహించదు.

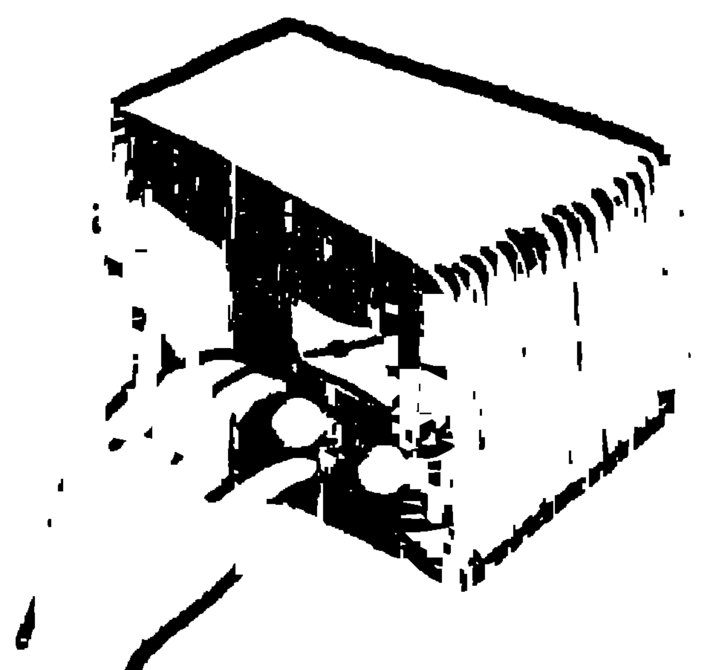
ఆకాశకంలోంచి వచ్చే సిగ్నల్‌ను విస్తరించి బలవత్తరం చేశాక, దానిని పలకదగ్గరకి తీసుకురావడంవల్ల పలకను ధనపక్షంగా గాని, ఋణ పక్షంగా గాని మార్చడానికి సాధ్యమవుతుంది. సిగ్నల్‌లో మహా వేగంతో తిరోగమించి పురోగమించి కదులుతున్న ఎలెక్ట్రాన్‌ల వెల్లువ పలక మొదట ధనపక్షానికి, తరువాత ఋణపక్షానికి వెనువెంటనే నిరంతరం మారేటట్టు చేస్తుంది. ఈవిధంగా క్యాథోడునుంచి పలకకి విద్యుత్ ప్రేరణల పరంపర ప్రవహించేటట్టు వాల్వు పనిచేస్తుంది.

ప్రసారకేంద్రంలోని మైక్రోఫోను సృజించిన విద్యుత్ ప్రేరణల శ్రుతిభేదాన్ని బట్టి వాల్వులోని విద్యుత్ ప్రేరణల బలాబలాలు నిర్ణయ మవుతాయి. అందుచేత మైక్రోఫోనులోని విద్యుత్ ప్రేరణలనే ఈ విద్యుత్ ప్రేరణలు సరిపోలివుంటాయి. వీటిని అదనపు విస్తరణవాల్వుల వల్ల మరింత బలవత్తరం చేసి రేడియో లౌడుస్పీకరుకు తీసుకుపోతే అవి స్పీకరుపొరని ప్రకంపింపజేసి ప్రసార కార్యక్రమంలో వుత్పన్నమైన ధ్వనులనే పునరుత్పత్తి చేస్తాయి.

'ఎఫ్.యం.'సెట్లలో డి-మాడ్యులేటరువాల్వు రేడియోతరంగాల ప్రకంపనపు రేటు, అనగా ఫ్రీక్వెన్సీలోని తేడాలనుబట్టి పనిచేస్తుంది. కాని వాటి కంపనపరిమితి, లేక ఏంప్లిట్యూడునిబట్టి పనిచేయదు. వాల్వు పనిచేసే పద్ధతిలో ప్రాథమికవిధానంలోపల ఏవిధమైన వ్యత్యాసం వుండదు.

ట్యూనింగు

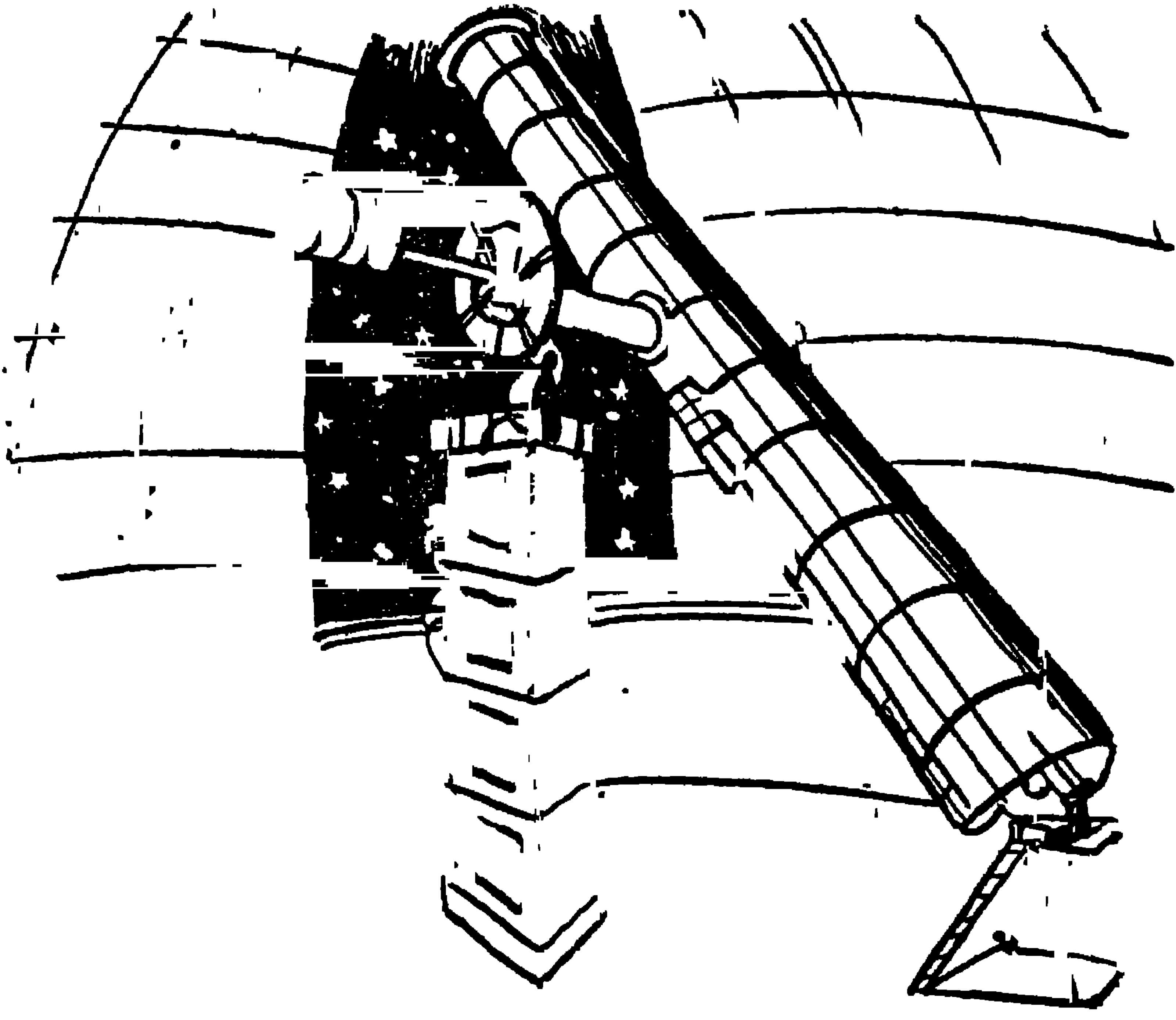
రేడియోసెట్టుని మీరు ట్యూను చేసేటప్పుడు ఏదో ఒక నిర్ణీత కేంద్రాన్ని మీరు ఎంచుకుంటారు. గుబ్బని తిప్పుతూ మీరు మీ సెట్టుని ప్రసారకేంద్రానికి అనునాదంగా వుంచుతారు. దీనిని రెండు ఫిడేళ్ళతో సరిపోల్చవచ్చు. రెండింటినీ దగ్గర దగ్గరగాపెట్టి ఒకదాని మందరస్థాయితీగెను మీటితే, రెండోదాని మందరస్థాయితీగె దానంతట అదే ప్రకంపించి మ్రోగుతుంది. అయితే ఈ రెండు ఫిడేళ్లూ ఒకే శ్రుతిలో వుంటేనే ఇలా జరుగుతుంది. రెండవ ఫిడేలులోని తీగె ప్రకం పించడానికి తగినంత ప్రకంపనపు రేటులోనూ, సరిపోయినంత పొడుగు లోనూ మొదటి ఫిడేలులోని తీగె ధ్వనితరంగాలను పంపిస్తుంది.



ట్యూనింగు రిసీవరులోని ఎలెక్ట్రాన్‌సుమార్గాన్ని మారుస్తుంది.

రేడియో సెట్టుని ట్యూన్ చేసేటప్పుడు గుబ్బని తిప్పడంవల్ల రేడియో లోని ఎలెక్ట్రానుల పథాన్ని పొడిగించడంగాని, తగ్గించడంగాని జరుగుతుంది. రిసీవరు దగ్గరలో ఉన్న వివిధ రేడియో కేంద్రాలన్నీ రిసీవరు ఆకాశకంలో ఎలెక్ట్రానుల తిరోగమన పురోగమనాలను వివిధ ప్రకంపనపు రేట్లలో కలిగిస్తాయి. మీరు రేడియోను ట్యూను చేసినప్పుడు రేడియో సెట్టులోని ఎలెక్ట్రానుపథంయొక్క పొడుగుని సరిదిద్దుతారు. అందుచేత అది ఆ ప్రకంపనపు రేటులోనే ఇటూ అటూ కదిలే ఎలెక్ట్రానులను గ్రహించడానికి ఆస్కారమేర్పడుతుంది. అంటే మీరు ఒకేఒక కేంద్రాన్ని ట్యూన్ చేసి స్వీకరించి మిగతావాటిని విసర్జిస్తున్నారు.





21

కాంతి

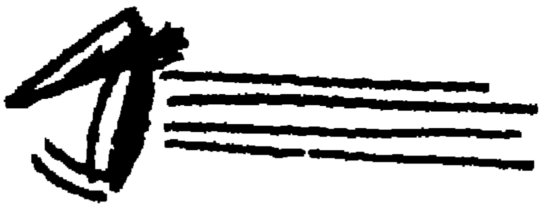


ప్రపంచంలోని ఎంతో చోద్యమైన విషయాలలో కాంతి కూడా ఒకటని ఆలోచించే మానవులంతా భావిస్తారు. ఇది ఆశ్చర్యపడ వలసిన భావనకాదు. మనమందరం కాంతివిషయంలో చైతన్యవంతం గానే వుంటాం. వెలుతురు లేనప్పుడు కాంతియొక్క లోటుని మనం గుర్తిస్తాం. అప్పుడు మనం దేనినీ వీక్షించనేలేము. కాంతి వున్నప్పుడు ప్రపంచంలో మనచుట్టూ వున్నవాటి ఆకారాలు, పరిమాణాలు, రంగులూ అన్నీ మన నేత్రాలు మనకు నివేదిస్తాయి.

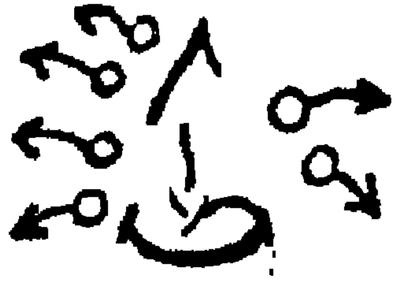
బహుదూరాన వున్న నక్షత్రాలనుంచి మనం నివసించే ఈ భూగోళానికి సువిశాలమైన రోదసిద్వారా కాంతి ప్రవహిస్తుంది. భూగోళశాస్త్రజ్ఞులు వుపయోగించే టెలిస్కోపులూ మొదలైన సంశ్లిష్ట పరికరాలలో లెన్సులూ, అద్దాలూ మొదలైనవి వుంటాయి. ఇవే దూరానవున్న నక్షత్రాల సైజునీ, గమనవేగాన్నీ, దూరాన్నీ, రసాయనిక నిర్మాణాన్నీకూడా మనకు నివేదిస్తాయి. సూక్ష్మదర్శిని, లేక మైక్రోస్కోపు అనే పరికరంలో వివిధలెన్సుల పరంపరగుండా కాంతిని వక్రింపజేసి, బాక్టీరియావంటి సూక్ష్మాతిసూక్ష్మమైన వాటిని కూడా కనబడడానికి తగినంత విస్తరింపజేస్తారు. మీరు చదువుతున్న యీ పుస్తకం పేజీలపై ఉన్న కాంతి ప్రతిఫలనం పొంది ఈ పుటలలో ఉన్న



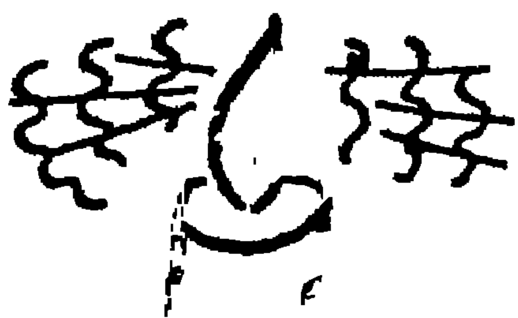
కాంతి



కళ్ళనుండి కిరణాలు



కణములు

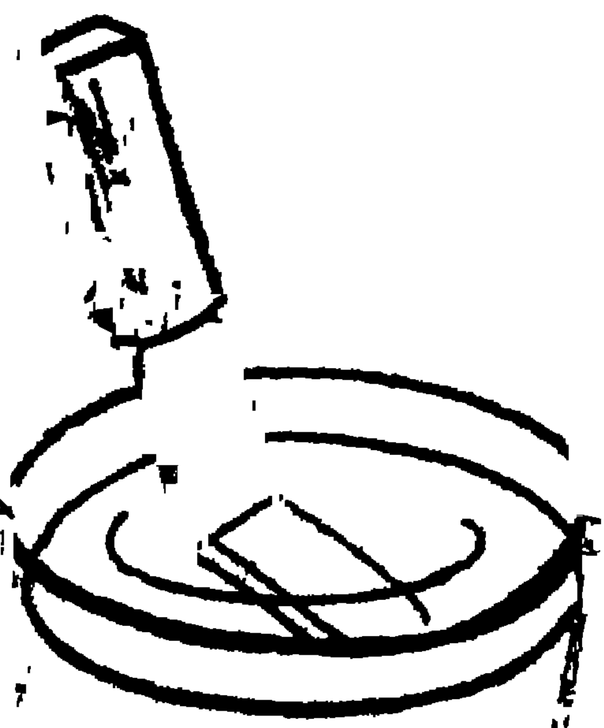


ప్రకంపనలు

పదాల ఆకారాలను మీ కళ్ళకు అందజేస్తుంది. ఈ ఆకారాలను మీ మెదడు తర్జుమాచేసినప్పుడే ఈ పుస్తకం మీకు అర్థమవుతుంది.

మనం నివసించే ఈ విశ్వాన్ని అనేకవిధాలుగా అర్థంచేసుకోన డానికి తోడ్పడే ఈ విద్యుత్కాంతం—ఈ కాంతి—అసలు ఏమిటి? చాలా శతాబ్దాలకు పూర్వం కొందరు మన కళ్ళనుండి వెలువడే కిరణాల పరంపరే కాంతి అని భావించారు. కాంతిలోని వేడిమివల్లగాని, లేక కాంతికి మూలస్థానమైన దాని ఇతర గుణాలవల్లగాని, ఈ కిరణాలను మన కళ్ళలోంచి బయటకు లాగడం సంభవిస్తుందని వాళ్లు ఊహించారు. తరువాత కొందరు మేధావులు సూక్ష్మకణాల పరంపరే కాంతి అని ప్రతిపాదించారు. ఈ కణాలు కాంతిమూలస్థానంనుండి త్వరితగతిని వెలువడుతూ ఉంటాయని చెప్పారు. మరికొందరు ఇంకొక అభిప్రాయాన్ని కూడా ప్రతిపాదించారు. కాంతి ఒకరకమైన ప్రకంపనకార్యమని వాళ్ల సిద్ధాంతం. 'ఇది కాంతి' అనే చైతన్యం మన కళ్ళదాకా ప్రయాణించడానికి తగినవిధంగా కాంతిమూలస్థానాని, మన కళ్ళ మధ్యఉండే ప్రదేశం ప్రకంపిస్తుందని వాళ్ళ వివరణ. అయితే కాంతి, వాస్తవానికి, సూక్ష్మమైన విద్యుదయస్కాంత తరంగాల పరంపర అని మనం తెలుసుకుంటాం. ఈ తరంగాలుకూడా రేడియో తరంగాల మాదిరిగానే ఉంటాయి. అయితే ఇవి వాటికన్నా చాలా చిన్నవి.

పూర్వచరిత్ర



కాంతిని గురించి మొట్టమొదటి పరిశోధనలు చేసినవాళ్ళలో క్లాడియస్ టాలెమీ అనే ఈజిప్టుదేశపు శాస్త్రజ్ఞుడు ప్రాచీనుడని తెలుస్తోంది. ఇతడు క్రీస్తు జన్మించిన రెండవ శతాబ్దంలో అలెగ్జాండ్రియా నగరంలో నివసించేవాడు. నీళ్ళలోంచిగాని, గాజులోంచిగాని ప్రయాణం చేసినప్పుడు కాంతి వంగుతుందని ఇతడు గుర్తించాడు. ఈ సంగతి మీరుకూడా స్వయంగా గమనించవచ్చు. ఒక గ్లాసులో నీళ్ళుపోసి అందులో ఒక చాకుఉంచండి. ఒకానొక ప్రత్యేకమైన కోణంలోంచి వీక్షిస్తే ఈ చాకు వంగినట్టు ప్రత్యక్షంగా కనబడుతుంది. చాకు వంగదని మీకు పూర్తిగా తెలుసు. అందుచేత కాంతే వంగిందని మీరు నికరంగా చెప్పగలరు. టాలెమీ ఈ చోద్యాన్ని గుర్తించి ఊరుకో

లేదు. కాంతి పనిచేసే పద్ధతులగురించి కొన్ని ప్రాథమిక సూత్రాలను అతడు తయారు చేశాడు.

తరువాత, పన్నెండో శతాబ్దంలో అల్హాజెన్ అనే అరేబియా దేశపు విజ్ఞాని కాంతిని గురించి మరికొన్ని ముఖ్య విషయాలను సమీక్ష రించాడు. మనం ఎలా వీక్షించగలుగుతామో, అంటే మన కన్నులు ఎలా పనిచేస్తాయో వివరించే సిద్ధాంతాలను ప్రతిపాదించేటంత కొత్త విషయాలను అతడు తెలుసుకున్నాడు. మరికొన్ని దశాబ్దాలు గడిచాక, 1276 లో రోజర్ బేకన్ అనే ఇంగ్లీషువిజ్ఞాని 'ఆపస్ మేజస్' అనే శాస్త్రీయ కరపత్రాన్ని వ్రాశాడు. అందులో దూరంగా వున్న వస్తువుల ఆకారాన్ని వృద్ధిచేయడానికి అద్దపు లెన్సులను ఎలా వుపయోగించవచ్చో వివరించాడు. అయితే ఈ విజ్ఞానసంపదని మూడువందల సంవత్సరాల పైచిలుకుదాకా ఎవరూ ఆచరణయోగ్యంగా వినియోగించుకోలేదు. 1600 ప్రాంతంలో గెలీలియో అనే ఇటలీదేశపు ఖగోళ శాస్త్రజ్ఞుడు మొదటి టెలిస్కోపుని నిర్మించాడు. ఆంటన్ వాన్ లావెన్ హూక్ అనే డచ్చిదేశపు విజ్ఞాని మొదటి మైక్రోస్కోపుని నిర్మించడానికి మరో వందసంవత్సరాలు పట్టాయి.

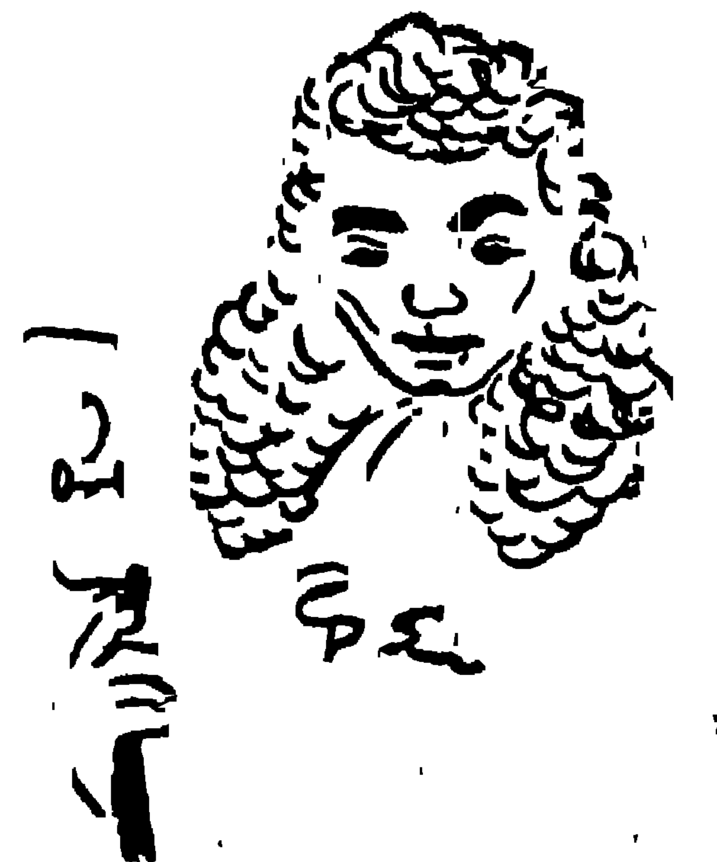


గెలీలియో

ఈలోగా కాంతి ఒకచోటునుంచి యింకోచోటుకి ఎలా ప్రయాణం చేస్తుందో కనుక్కోవాలని ఇతరులు ప్రయత్నిస్తున్నారు. 1700 ప్రాంతంలో సర్ ఐసాక్ న్యూటన్ అనే ఇంగ్లీషు విజ్ఞాని కాంతి విషయంలో కణముల సిద్ధాంతాన్ని ప్రతిపాదించాడు. మూలస్థానం నుండి ప్రవహించే సూక్ష్మకణములతో కాంతి కూడుకొని వుంటుందని ఆతని ఉద్దేశం. సరిగ్గా అదే సమయంలో క్రిస్టియన్ హైగెన్సు అనే డచ్చివిజ్ఞాని ప్రదేశంలోని కంపనాలవల్ల కాంతి ప్రయాణం చేస్తుందని ప్రతిపాదించాడు.

కాంతి అంటే ఏమిటి?

న్యూటనూ, హైగెన్సూ పూర్తిగా ఒప్పులే చెప్పలేదు, ఆ మాట కొస్తే వాళ్ళు చెప్పినవన్నీ తప్పులు కూడా కావు. ఈ సంగతి ఇటీవలనే శాస్త్రజ్ఞులు తెలుసుకొన్నారు. కాంతి కొన్ని సమయాల్లో కణములలాగ పనిచేస్తుంది; కొన్ని సమయాల్లో ప్రకంపనలలాగ పని చేస్తుంది. కాంతి ప్రకంపితమని శాస్త్రజ్ఞులు తరుచుగా భావిస్తారు. అంటే దానిని విద్యుదయస్కాంత తరంగాల కింద ఊహిస్తారు. ఇవి రేడియో తరంగాలకన్నా చాలా చిన్నవేగాని వాటికన్నా ఎక్కువ



లావెన్ హుక్

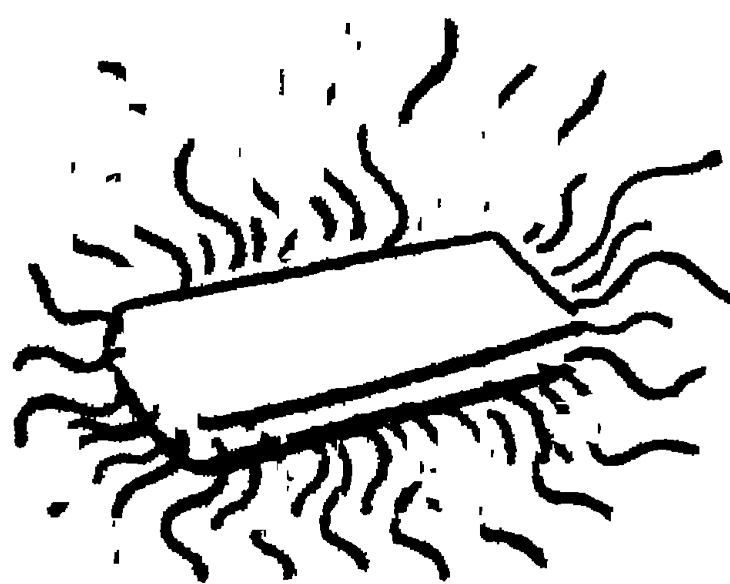


పరమాణువు లోపల ఎలెక్ట్రాన్లు ఒక వలయం నుంచి వలయానికి చేసే కుప్పిగంతులు కాంతిని పుట్టిస్తాయి.

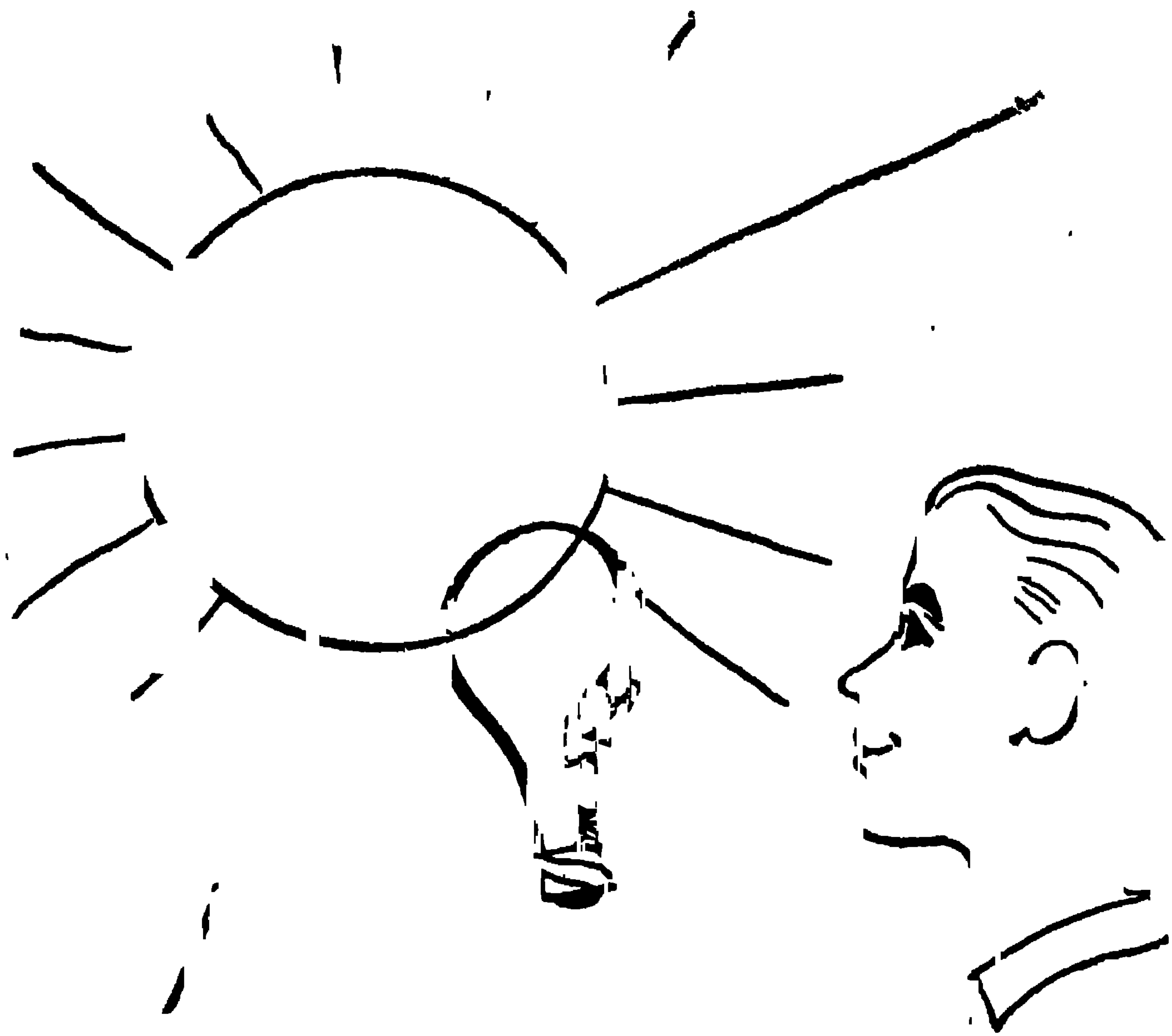
ప్రకంపనపు రేటుతో లేక అధిక ఫ్రిక్వెన్సీతో వుంటాయి. అయితే ఈ కాంతితరంగాలు చిన్నచిన్న గుత్తుల రూపంలో ఉత్పన్నమవుతాయి. ఈ గుత్తులనే 'క్వాంటా' అంటారు. ఈ తరంగాల గుత్తులు కొన్ని సమయాలలో కణముల కింద పనిచేస్తాయి. అందుచేత కాంతి తరంగాలూ కావచ్చు, కణములూ కావచ్చు.

రేడియో తరంగాలు, ఆకాశకంలో పరివర్తితమయ్యే ఎలెక్ట్రాన్నుల త్వరితగమనంవల్ల ఏర్పడతాయని మనం వెనుకటి ప్రకరణంలో తెలుసుకున్నాం. రమారమి అదే పద్ధతిలో ఎలెక్ట్రాన్ను కదలికవల్ల కాంతి కూడా వుత్పన్నమవుతుంది. అయితే ఈ ఎలెక్ట్రాన్ను కదలిక పరమాణువు లోపలనే జరుగుతుంది. ఉదాహరణకి ఒక ఇనుప ముక్కని బాగా కాల్చా మనుకోండి. అది బలమైన కాంతిని ప్రసాదిస్తుంది. ఏదైనా ఒక వస్తువుని కాల్చినప్పుడు ఆ వస్తువు నిర్మాణానికి వుపయోగపడే పరమాణువులు తొందర తొందరగా పరిభ్రమిస్తాయన్న సంగతి మీకు జ్ఞాపక ముండేవుంటుంది. పరమాణువులు తొందర తొందరగా తిరుగుతున్నప్పుడు వాటిలోవుండే ఎలెక్ట్రానులు కూడా ఇనుమిక్కిలి త్వరితగతిలో పరమాణు కేంద్రకం చుట్టూ పరిభ్రమిస్తాయి. అంతలోనే ఒక చోద్యం ఏర్పడుతుంది. లోపలి వలయంలో వున్న వొక ఎలెక్ట్రాన్‌కి ఇంకా కొంతవేగం ఊపుగా సంక్రమించి, పరిధిలోంచి బయటికి ఎగిరిపోతుంది. ఇంచుమించు వెనువెంటనే వెలుపలి వలయంలో ఉన్న ఇంకొక ఎలెక్ట్రాన్ను లోపలి వలయంలోని లోటుని భర్తీ చేయడానికి ఎగిరి ప్రవేశిస్తుంది.

ఒక వలయంలోంచి యింకో వలయంలోనికి ఇలా కుప్పిగంతులు వేయడం ఎంతో త్వరితంగా జరుగుతుంది.తక్కువ దూరాలలో ఎలెక్ట్రానులు చాలా ఎక్కువ వేగంతో కదులుతాయని మన కందరికీ తెలుసు. ఎలెక్ట్రానులు కదిలినప్పుడు విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు వుత్పన్నమవుతాయి. అయితే వలయాల మధ్య ఎలెక్ట్రానులు కదిలే దూరం కూడా చాలా తక్కువ కనుక ఆ తరంగాలు చిన్నవిగానే వుంటాయి. మనం ఒకే ఒక తరంగాన్ని విడిగా చూడలేము. అయితే ఎర్రగా కాలిన తరవాత తెల్లగా ప్రకాశించే ఇనుములో చాలా ఎలెక్ట్రానులు వలయాలలో కుప్పిగంతులు వేస్తాయి కనుక చాలా తరంగాలు ఇనుమునుండి వెలువడుతాయి. ఈ తరంగాలనే మనకన్నులు కాంతికింద వీక్షిస్తాయి.



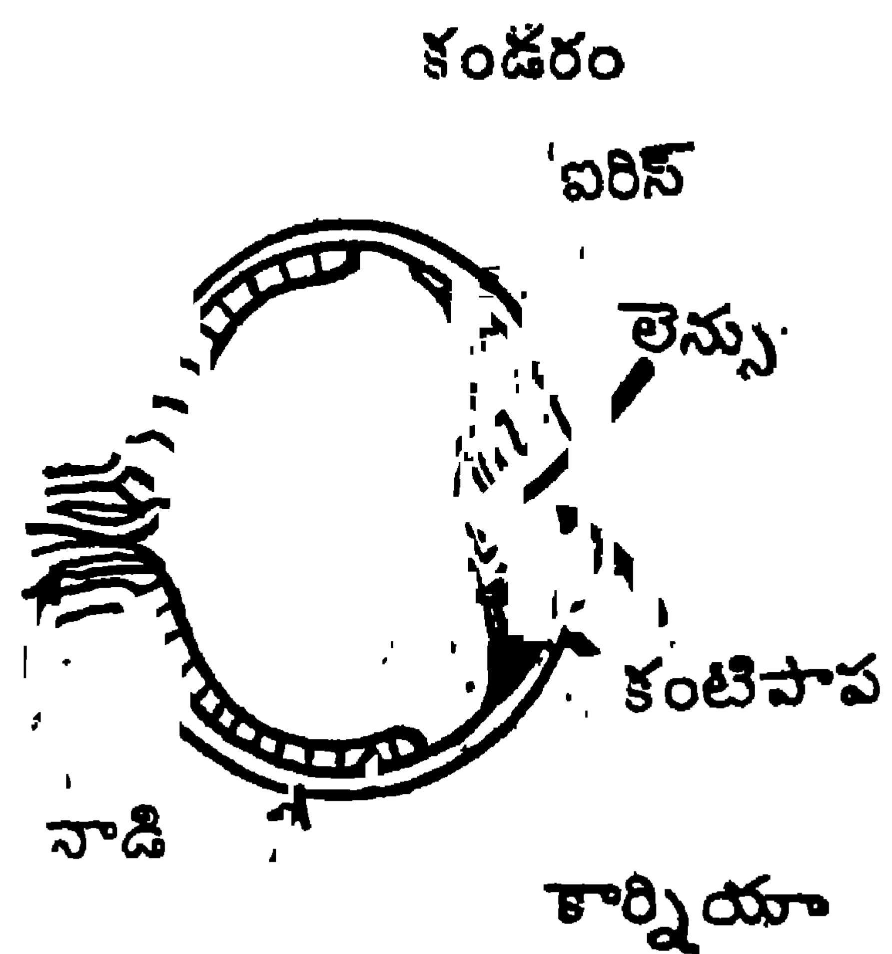
ఎర్రగా కాలి తెల్లగా ప్రకాశించే ఇనుములో చాలా ఎలెక్ట్రానులు వలయాలలో కుప్పిగంతులు వేస్తాయి.



22

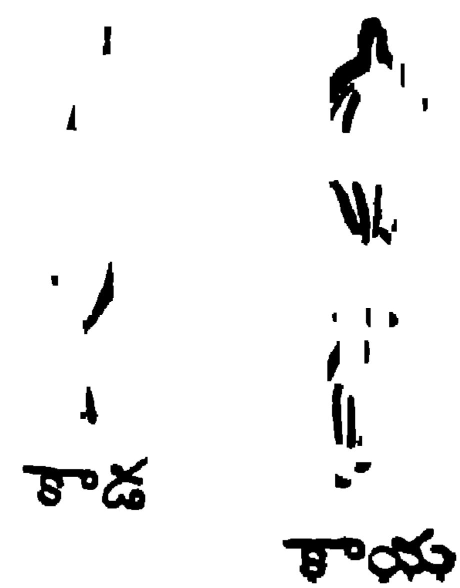
మనం కాంతిని ఎలా చూస్తాం?

మన చెవిలో శబ్ద తరంగాలు పొరని స్పందింపజేస్తే ఆ కదలికలు సూక్ష్మకేశాలకి గిలిగింతలు పెడతాయి. ఈ గిలిగింతలనే మెదడు ధ్వని క్రింద తర్జుమా చేసుకుంటుంది. ఆ విధంగానే కంటిలో కాంతి తరంగాలు ఒక సున్నితమైన నాడి కొసలకి గిలిగింతలు పెడతాయి. ఈనాడి కొసలు కాడలలాగ, కాయలలాగ వుంటాయి. ఈ గిలిగింతలవల్ల జనించే నాడీప్రేరణలనే మెదడు దృష్టికింద తర్జుమా చేస్తుంది.



రెటీనా
(కాడలు, కాయలు)
వెలుపలి కప్పు

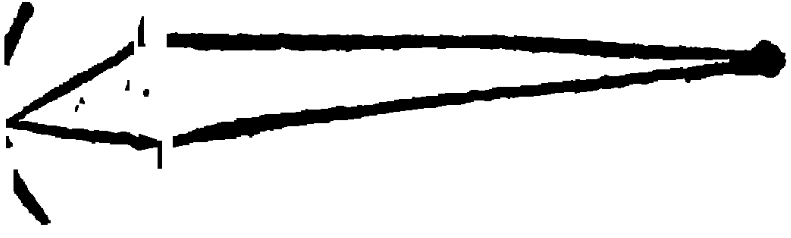
కంటి గ్రుడ్డులోని వెనుక భాగాన్ని రెటీనా, లేక శుక్ల పటలం అంటారు. కాంతిని గ్రహించే చిన్న కాడలూ, కాయలూ దీన్ని వేనవేల సంఖ్యలో కప్పుతూ వుంటాయి. చూస్తున్న వస్తువుయొక్క పరిమాణం, ఆకారం, రంగు ఏమిటో మెదడుకి చెప్పడానికి ఈ వేలాదికాడలూ, కాయలూ కలిసికట్టుగా పనిచేస్తాయి, అయితే అవి ఈ విధంగా పనిచేయడానికి చూస్తున్న వస్తువుయొక్క చిత్రం స్ఫుటంగా, స్పష్టంగా వాటిపైన ప్రకాశించాలి. వస్తువుయొక్క చిత్రాన్ని స్ఫుటంగా వుత్పత్తిచేసే భారాన్ని కంటిలోని లెన్సు వహిస్తుంది.



ఎలా పడితే అలా ఒదిగే పొరతో ఈ లెన్సు తయారవుతుంది. దీనిలోంచి కిరణాలు ప్రసరించడానికి వీలుగా వుంటుంది. ఈ వీలునే పారదర్శకం, లేక ట్రాన్స్‌పరెంటుగా వుందంటారు. ఈ పొరలో నీరు వంటి పదార్థం నిండి

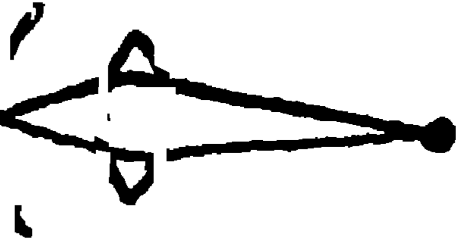
వుంటుంది. ఈ లెన్సు వలయాకారంగా వుండే కండరానికి వేలాడుతూ వుంటుంది. ఈ కండరం లెన్సుని కేంద్రీకరణ చేసే బాధ్యతని వహిస్తుంది. అలా కేంద్రీకరణ చేయడంవల్ల వస్తువుయొక్క చిత్రం స్ఫుటంగా రెటీనాపైన పడడానికి వీలవుతుంది.

దృశ్యంయొక్క చిత్రం స్ఫుటమయ్యేదాకా, స్పష్టంగా కనబడే దాకా, టెలిస్కోపునీ, మైక్రోస్కోపునీ కేంద్రీకరణ చేస్తూ వాటి లెన్సులను తిప్పుతాం. మీరు గుండ్రంగా వుండే భూతద్దాన్నిగాని, కళ్ళద్దాలలో ఒకటిగాని తీసుకొని కొద్దిగా కేంద్రీకరణ చేయవచ్చు. ఈ అద్దాలు కూడా గాజుతో చేసిన లెన్సులే. గదిలో ఒక దీపాన్ని వెలిగించి దానికి కొన్ని అడుగుల దూరంలో భూతద్దాన్ని పట్టుకొని నిలబడండి. దీపంయొక్క ప్రతిబింబం గోడమీద పడేదాకా అద్దాన్ని పట్టుకొని కొద్ది కొద్దిగా జరగండి. ప్రతిబింబం అద్దంలోంచి గోడమీద పడితే దీపం కేంద్రీకరణం అయిందన్నమాట. అయితే ఈ ప్రతిబింబం తలక్రిందులుగా వుంటుంది. ఒకే ఒక లెన్సు సృజించే ప్రతిబింబం ఎప్పుడూ తలక్రిందులుగానే వుంటుంది.

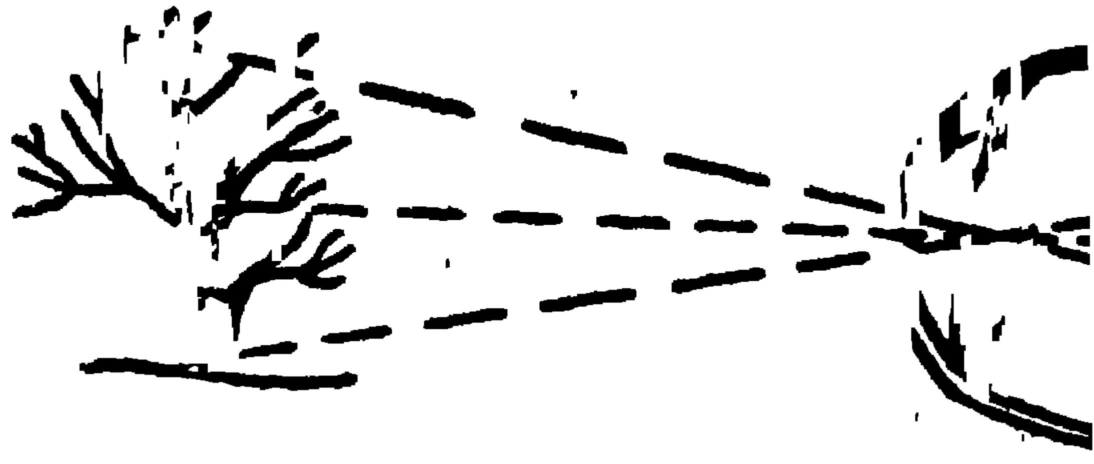


దూరపు వస్తువులను చూచేటప్పుడు లెన్సు పలచగా ఉంటుంది.

కంటిలో వుండే లెన్సు కండరం కూడా ఈ విధంగానే కేంద్రీకరణం చేస్తుంది. అయితే ఈ సందర్భంలో లెన్సుని దళసరి చేయడంలోగాని పలచన చేయడంలోగాని ఈ కేంద్రీకరణం జరుగుతుంది. లెన్సుదళసరిగా వున్నప్పుడు లోనికి వెళ్ళే కాంతితరంగాలు, లేక కాంతిరేఖలు ఎక్కువగా వంగుతాయి. లెన్సు పలచగా వున్నప్పుడు తక్కువ వంగుతాయి. ఇది చాలా ముఖ్యం. ఎందుకంటే, లెన్సు దూరపువస్తువులనుగాని, దగ్గర వస్తువులనుగాని చూడడానికి సరిపెట్టుకుపోయేందుకు ఇది అవసరం. ఉదాహరణకి మీరు దూరంగా వుండే కాంతిచుక్కని చూస్తున్నారనుకోండి. అటువంటి పరిస్థితికి లెన్సుకండరం బాగా చాచుకొని లెన్సు పలచబడడానికి అనుమతిస్తుంది. లెన్సు పలచటి ఆకారాన్ని ధరించినప్పుడు అది కాంతిరేఖలని రెటీనాపైన స్ఫుటంగా చుక్కలాగా కేంద్రీకరణం చేయడానికి వీలైనంత వంచుతుంది. కాని మీరు దగ్గరలోనే వుండే కాంతిచుక్కని చూస్తున్నారనుకోండి, అప్పుడు పలచటి లెన్సు చుక్కని ప్రతిబింబింపజేయడానికి తగినంతగా కాంతిరేఖలను వంచలేదు. అందుచేత చుక్క నాభిలో వుండదు. దీనిని నివారించడానికి లెన్సుకండరం ముడుచుకుంటుంది. అందుచేత లెన్సు దళసరిగా మారుతుంది. అప్పుడు దళసరి లెన్సు రేఖలని మరింత వంచి మీ కంటిలోని రెటీనాపైన చుక్క నాభిలోనికి వచ్చేటట్టు చేస్తుంది.



దగ్గరగా ఉన్న వస్తువులను చూచేటప్పుడు లెన్సుదళసరిగా ఉంటుంది.



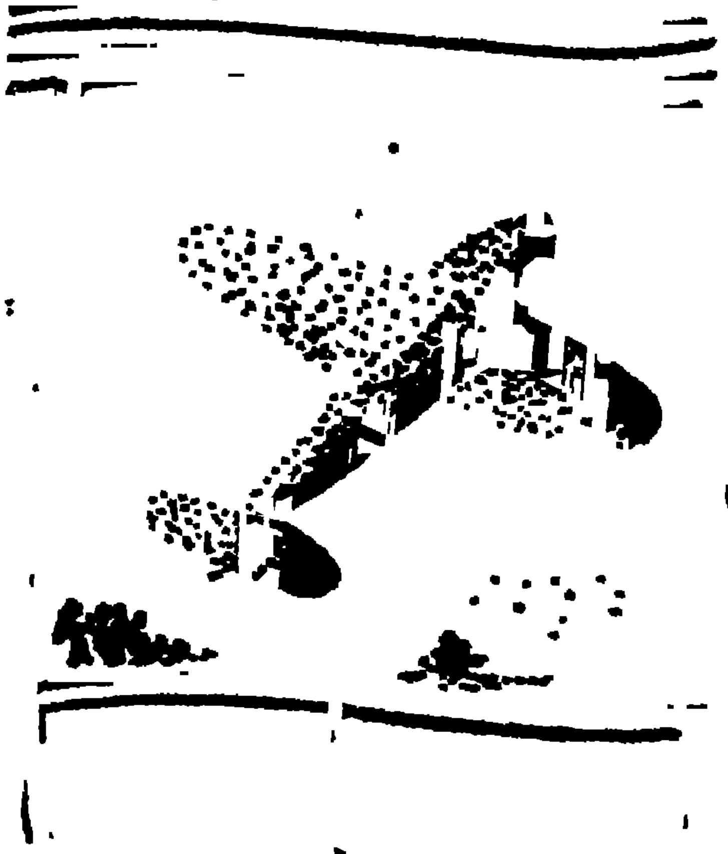
లెన్సు రెటీనా పైన ఒక ప్రతిబింబాన్ని ర

చిత్రాన్ని రెటీనాపై నాభిలోనికి త్రోశాక కొన్ని కాడలూ, కాయలూ వెలుగుతాయి; మిగతావి చీకటిగానే వుండిపోతాయి. మీరొక కాంతిచుక్కని చూసినప్పుడు సాపేక్షంగా కొద్దిపాటి కాడలూ కాయలూ ప్రకాశవంతంగా వెలుగుతాయి. వాటిచుట్టూ వున్న మిగతావి మాత్రం అంధకారంలోనే వుంటాయి. వెలిగిన కాడలూ, కాయలూ మెదడుకి సందేశాలను పంపడానికి ప్రేరేపణ పొందుతాయి. ఈ సందేశాలనే నాడీప్రేరణలంటారు. చూసినవాటినిగురించిన నివేదికను వెలిగినవి మెదడుకు పంపిస్తాయి. వెలిగిన కాడలూ కాయలూ పంపిన నివేదికలను మెదడు తర్జుమా చేసుకొని చిన్న కాంతివలయాన్ని చూసినట్టు అర్థం చెప్పుకుంటుంది.

కాడలమీదా, కాయలమీదా దృఢమైన కాంతి పడితే బలమైన నాడీప్రేరణలు పంపించడం జరుగుతుందని మీరు భావించవచ్చును. గుడ్డి వెలుతురు బలహీనమైన ప్రేరణలను పంపించడానికి కారణమనుకుంటారు. కానైతే ప్రతి నాడీప్రేరణం ఒకేరకమైన బలంతో వుంటుంది. అయితే గుడ్డి వెలుతురువల్ల కాడగాని, కాయగాని పంపించే నాడీప్రేరణలు మరీ తరచుగా వుండవు. అదే దృఢమైన కాంతి పడినప్పుడు కాడగాని, కాయగాని మరీ తరచుగా నాడీప్రేరణలను ఉత్పత్తి చేస్తుంది.

ఈ నాడీప్రేరణలు, లేక సిగ్నల్సు మస్తిష్కాన్ని కంటితో కలిపే నాడులద్వారా మెదడులోని దృశ్యకేంద్రంలోనికి ప్రవేశిస్తాయి. కాడలనుంచీ, కాయలనుంచీ వచ్చే సిగ్నల్సుని తర్జుమా చేసే వాటిని ఒక చిత్రం' క్రింద పేర్చే ప్రత్యేకమైన మెదడు కణాల సమూహాన్నే దృశ్యకేంద్రం అని చెప్పవచ్చు. కాడలుగాని, కాయలుగాని అరుదుగా సందేశాలను పంపిస్తున్నప్పుడు ఆ కాడలకీ, కాయల అనుసంధానమైన మెదడుకణాలు కొద్ది సందేశాలనే స్వీకరిస్తాయి. ఆ కాయలో, కాడలో

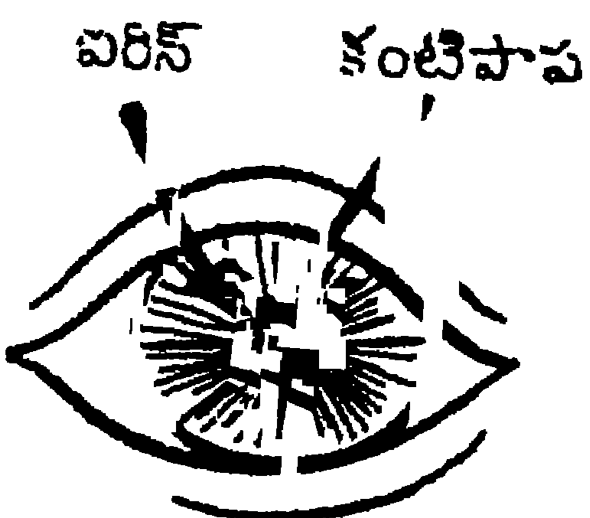
తరుచుగా సందేశాలను పంపిస్తున్నప్పుడు తత్సంబంధమైన మెదడు కణాలకు విరివిగా సందేశాలు లభిస్తాయి.



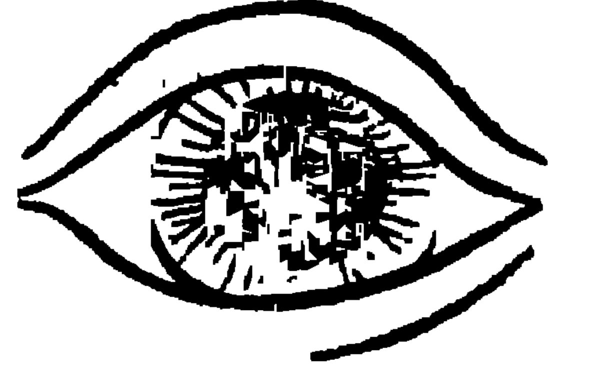
ఇంక ఈ మెదడుకణాలను అచ్చయిన పుటమీది చుక్కలతో సరి పోల్చుదాం. వార్తాపత్రికలోని చిత్రాన్ని చూడండి. మీరు పరిశీలనగా చూస్తే, అది విభిన్నమైన సైజులలోని చుక్కలతో తయారవుతుందని గమనిస్తారు. ఎక్కువ సంఖ్యలో పెద్దచుక్క లున్నచోట ఆ ప్రదేశం నల్లగా వుంటుంది. చిన్న చుక్క లున్నచోట ప్రదేశం తెల్లగా వుంటుంది. చిత్రాన్ని మీరు మీకు దూరంగా పట్టుకున్నప్పుడు చుక్కలన్నీ ఒక దానితో యింకొకటి సమన్వయం పొంది వివిధరీతుల్లోని నల్లచుక్కల వల్ల తయారైన చిత్రాన్ని మాత్రమే చూస్తారు. ఇదేవిధంగా పెద్ద 'చుక్కల'నీ, చిన్న 'చుక్కల'నీ రూపొందించడానికి దృశ్యకేంద్రంలోని మెదడుకణాలు వివిధరీతుల్లో ప్రేరణ పొందుతాయి. ఈ చుక్కలన్నింటిని కలుపుకొని దృశ్యకేంద్రం మనం కళ్ళతో చూసే వస్తువుయొక్క ప్రతిబింబ రూపంలోనికి మలచుకొంటుంది.

దృశ్యాభినివేశం

మీరేదైనా కాంతిని చూసి కళ్లు తిప్పేసుకొన్న తరవాతకూడా ఒక క్షణంసేపు కాంతిని చూస్తూనే వుంటారు. కాంతి తమమీద ప్రకాశించడం మానేసిన తక్షణం కాడలూ కాయలూ మెదడుకి సందేశాలు పంపించడం కట్టిపెట్టవు కనుక ఇలా జరుగుతుంది. వెలుతురు వైదొలిగినా అవి కాంతిని నివేదిస్తూనేవుంటాయి. సాధారణంగా ఇది ఒక క్షణంలో కొద్దిభాగంసేపే జరుగుతుంది. ఈ చర్యని దృశ్యాభినివేశం అంటారు. మీ కళ్ళు, వెలుతురు వైదొలగినా, కాంతిని చూడడానికి పట్టుదల పడతాయి కనుక ఈ పేరు పెట్టారు. సినిమా చిత్రాలను, టెలివిజన్ చిత్రాలను చూసేటప్పుడు ఇది మనకు చాలా ముఖ్యమవు తుంది. ఈ విషయాలు రాబోయే ప్రకరణంలో వివరంగా చెప్పు కుందాం.



కాంతి దృఢంగా ఉన్నప్పుడు ఐరిస్ ముడుచు కొంటుంది. కంటిపాప చిన్నదవుతుంది.


కాంతి బలహీనంగా ఉన్నప్పుడు ఐరిస్ సాగుతుంది.కంటిపాప పెద్దదవుతుంది.

కాంతి చాలా దృఢంగా వుంటే, దానినుంచి మీ దృష్టిని మళ్ళించుకున్నా, కళ్లు మూసుకున్నా కొద్ది సెకెండ్లపాటు కాడలూ కాయలూ సందేశాలను పంపిస్తూనేవుంటాయి. తాళలేనంత దృఢమైన కాంతిని చూస్తే తాత్కాలికమైన 'అంధత్వం' మీకు ఎప్పుడైనా సంప్రాప్తించివుండవచ్చు. ఇందులో ఆనందం లేదు సరికదా, ఇది చాలా బాధాకరంగా వుంటుంది.

అత్యధికమైన కాంతినుండి కన్ను తనను తాను సంరక్షించుకొందుకు ప్రయత్నిస్తుంది. 'ఐరిస్' అనే ప్రత్యేకమైన కండరం ఈ పని చేయడానికే కంటిలో వుంటుంది. ఈ'ఐరిస్' గుండ్రంగా వుండే కండరం. ఇది కంటిగ్రుడ్డు ముందరిభాగంలో వుంటుంది. ఈ కండరం మధ్యలో ఒక రంధ్ర ముంటుంది. ఈ రంధ్రాన్నే కంటిపాప అంటాం. మీరు ఎవరి కళ్ళనైనా వర్ణిస్తూ అవి నల్లగానో, ఎర్రగానో, లేక పిల్లి కళ్ళలాగో వున్నా యన్నప్పుడు మీరు 'ఐరిస్' అనే భాగాన్నే పేర్కొంటున్నారు. కాంతి దృఢంగా వున్నప్పుడు ఐరిస్ ముడుచుకొంటుంది.అందువల్ల కంటిపాప చిన్న దవుతుంది. కాంతి బలహీనంగా వున్నప్పుడు కంటిపాపను పెద్దది చేయడానికి ఐరిస్ సాగుతుంది. కంటిపాప పెద్దదిగా వున్నప్పుడు ఎక్కువ కాంతి లోనికి చొరబడడానికి వీలవుతుంది. మీరు స్వయంగా ఈ చర్యను మీ కళ్ళలోనే పరీక్షించి తెలుసుకోవచ్చు. గుడ్డి వెలుతురులో ఒక అద్దాన్ని తీసుకొని మీ కళ్ళలోకి చూడండి. వెంటనే ప్రకాశవంతమైన దీపాన్ని వెలిగించండి. మీ కంటిపాప హఠాత్తుగా చిన్నదవడం మీరే గమనిస్తారు.

రంగు

ఒక ఇనుపముక్కని క్రమంగా వేడెక్కించినప్పుడు అది వెలిసిపోయిన ఎర్రరంగులో ప్రకాశించడం మొదలుపెడుతుంది. త్వరలో అది ప్రకాశవంతమైన ఎర్ర రంగులోకి మారుతుంది. తరువాత ఎర్రని కిచ్చిలి పండురంగులోకీ, పసుపు పచ్చరంగులోకీ, నీలంగా వుండే తెలుపుదనంలోని మారి చిట్టచివరికి 'శుక్లోష్ణత' చెందుతూ దృఢమైన తెల్లని కాంతులు ప్రసరిస్తుంది.

దీనికి సరైన సంజాయిషీ చెప్పవచ్చు. ఇనుము వేడెక్కుతున్న కొలదీ, వలయాలనుండి కుప్పిగంతులు వేసే ఎలెక్ట్రానులలో బోలెడు మరీ చిన్న చిన్న దూరాలలో గంతులు వేస్తాయి. ఈ చిన్న చిన్న

ఎర్రని తరంగదైర్ఘ్యాలే ప్రతిఫలిస్తాయి.



'గంతులు' మరీ చిన్న విద్యుదయస్కాంత తరంగాలుగా పరిణమిస్తాయి. కంటిలో వున్న కాయలు కొన్ని పొడుగాటి విద్యుదయస్కాంత తరంగాలకు, మిగతావి చిన్నవాటి ప్రతిస్పందిస్తాయి. అందుచేత కొన్ని కాయలు ఎర్రరంగును 'చూస్తాయి.' మిగతావి నీలిరంగును చూస్తాయి. వాటికి అందుతున్న కాంతి ఎంత అధికమో, ఎంత అల్పమో నివేదించి వూరుకోవు. ఆ కాంతిలో ఏ రంగులున్నవో కూడా నివేదిస్తాయి.

చూడగలిగిన అన్ని రంగులనీ కలిసికట్టుగా నివేదిస్తే మెదడు దానిని 'తెల్లని' కాంతిగా తర్జుమా చేసుకుంటుంది. కాబట్టి, కాయలు చూడగలిగిన అన్ని రంగుల సమ్మేళనమే తెల్లరంగని చెప్పాలి.

తెల్లని వస్తువుమీద తెల్లని కాంతి ప్రకాశిస్తే ఇంచుమించు అంత కాంతీ ప్రతిఫలిస్తుంది. అందుచేత వస్తువు తెల్లగా వుంటుంది. వస్తువు ఎర్రగా వుంటే రంగుపదార్థం ఎరుపు రంగును మినహాయించి తక్కిన తరంగదైర్ఘ్యాలను జీర్ణించుకుంటుంది. ఎరుపు రంగు మాత్రమే మన కళ్ళకు ప్రతిఫలిస్తుంది. అందుచేత వస్తువు మనకు ఎర్రగా కనబడుతుంది.

ప్రతిఫలించిన కాంతిలో మనం చూసే వస్తువుమీదుండే రంగు పదార్థం, లేక చాయ జల్లెడలాగ పనిచేస్తుంది. అది కొన్ని తరంగాల దైర్ఘ్యాలనే లోనికి దూసుకుపోనిస్తుంది; మిగతావాటిని వెళ్ళగొడుతుంది. నల్లని వస్తువు రమారమి అన్ని తరంగదైర్ఘ్యాలనూ లోనికి పోనిస్తుంది. ఏ కొద్దిపాటి కాంతినో వెళ్ళగొట్టడం, లేక ప్రతిఫలించడం జరుగుతుంది. అసలు ఏ కాంతీ ప్రతిఫలించదనే అనుకోవాలి. అందుచేత వస్తువుకి ఏ రంగూ లేదని మనం చెప్పుకుంటాం. అంటే అది నల్లగా వుందన్నమాట.

వేడి

అధిక ఉష్ణోగ్రతలో వేడిచేసిన ఏ వస్తువైనా కాంతినే కాక వేడిమిని కూడా విడిచిపెడుతుంది. మీరు ఒక మంట ముందు నిలబడితే మీరు కాంతిని 'చూడ'గలరు; వేడిని 'అనుభవించ'గలరు. ఈ రెండు రకాల విభిన్న అనుభవాలూ కదులుతున్న ఎలెక్ట్రాన్ల వల్లనే వుత్పన్నమవుతాయి. ఇంతకు ముందే చెప్పినట్టు ఎలెక్ట్రానులు

ఒక పరమాణు వలయంనుండి ఇంకోదానికి చాలా తక్కువ దూరాలలో కదిలినప్పుడు కాంతి సంభవిస్తుంది. ఎలెక్ట్రానులు కదిలే దూరం ఇంకొంచెం ఎక్కువైనప్పుడు ఉత్పన్నమయ్యే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు పొడుగ్గా వుంటాయి. ఈ పొడుగాటి తరంగాలే వేడిమి అనుభవాన్ని తయారుచేస్తాయి.



రేడియో తరంగాలను రేడియో స్వీకరిస్తుంది.

రేడియో తరంగాలూ, వేడిమి తరంగాలూ, కాంతి తరంగాలూ అన్నీ వివిధ రకాలైన పొడుగుల్లో వుండే విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని మనం తెలుసుకున్నాం. రేడియో తరంగాలని స్వీకరించడానికి రేడియో సెట్టుని వుపయోగించాలి. కాంతి తరంగాలకి మన కళ్లు ప్రతిస్పందిస్తాయి. మన చర్మంలో వుండే కొన్ని నాడుల కొసలు వేడిమి తరంగాలకు ప్రతిస్పందించడంవల్ల మనం ఉష్ణతను అనుభవిస్తాం.



కళ్లు కాంతితరంగాలను స్వీకరిస్తాయి.

అయితే, వేడిమితరంగాలు ఇంకొక చర్యను కూడా పుట్టిస్తాయి. దగ్గరలో ఉన్న వస్తువులను అవి వేడెక్కిస్తాయి. అంటే అవి ఆణవిక చర్యను త్వరితంచేసి దగ్గరలోఉన్న వస్తువులం దుండే అణువులు తొందరగా చలించేటట్టు చేస్తాయి. రిసీవరు ఆకాశకంలో ఎలెక్ట్రానులను రేడియో తరంగాలు ఇటూ అటూ ఎలా చలింపజేస్తాయో వేడిమి తరంగాలు కూడా అలాగే ఈ చర్యను ఉత్పన్నం చేస్తాయి. ఏదైనా వస్తువుని అవి ఢీకొన్నప్పుడు, ఆ వస్తువు ఏయే అణువులతో తయారవుతుందో ఆ అణువులను త్వరితగతిలో విచలింపజేస్తాయి.అందువల్ల వస్తువు 'వేడి' ఎక్కుతుంది.

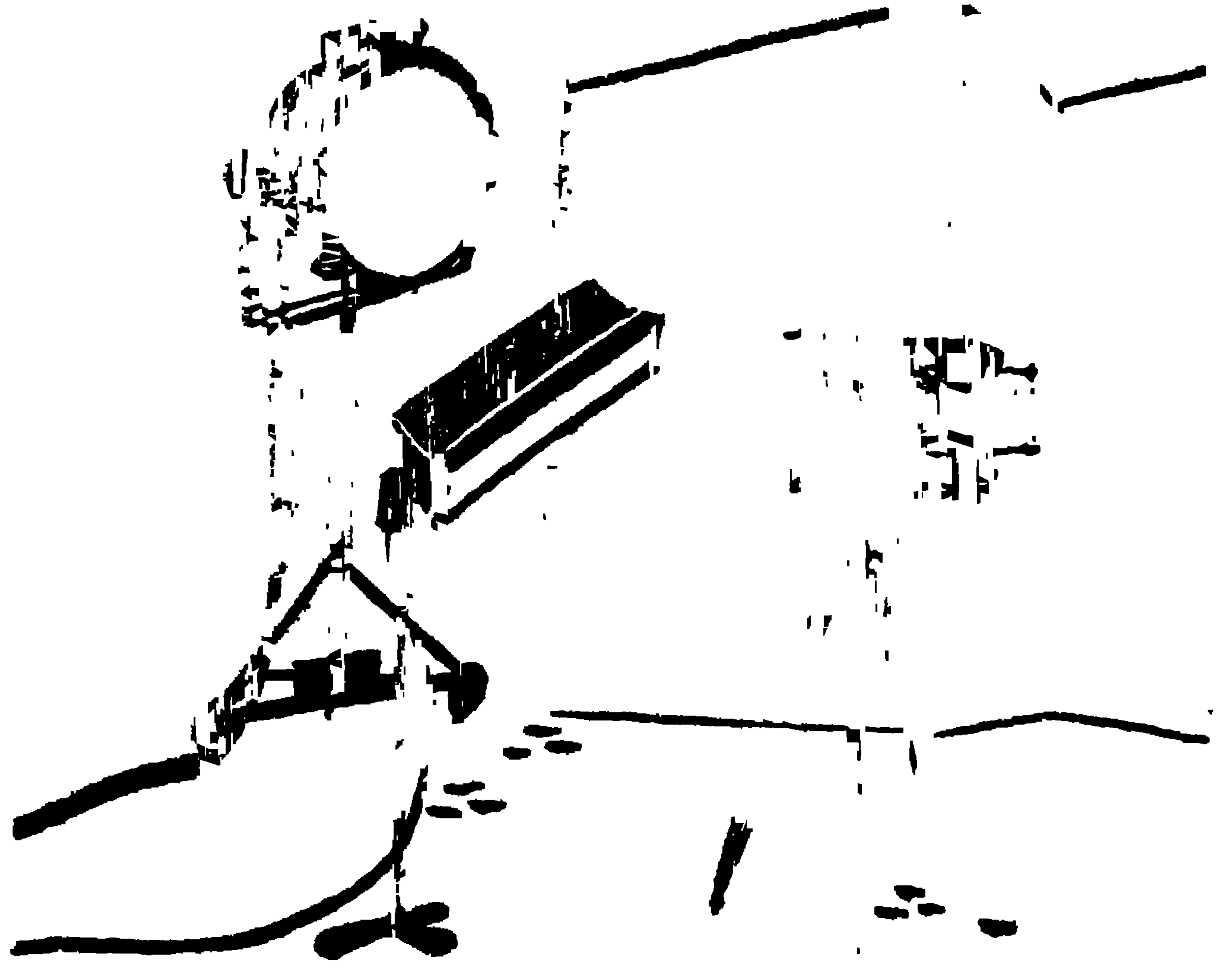


కొన్ని నాడులు వేడిమి తరంగాలను స్వీకరిస్తాయి.



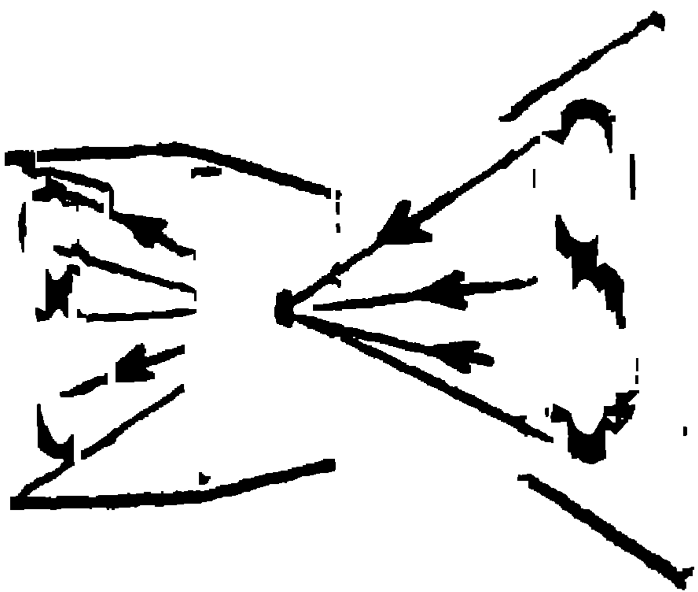
23

ఫోటోగ్రఫీ



ధ్వనికి ప్రతిస్పందించే యాంత్రికమైన చెవిని నిర్మించాలని అలెగ్జాండర్ గ్రాహమ్ బెల్ తలపోశాడు. ఈ ఉద్దేశం టెలిఫోనును కనిపెట్టడానికి దారి తీసింది. థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్ ధ్వనినిగాని, సంగీతాన్నిగాని శాశ్వతంగా భద్రపరచాలని నిశ్చయించాడు. తత్ఫలితంగ అతని మాట్లాడే యంత్రం రూపొందింది. శమారమి ఈ విధంగానే గడచిన శతాబ్దాల మేధావులు మానవ నేత్రాన్ని పరిశీలించారు చూసిన దృశ్యాన్ని శాశ్వతంగా భద్రపరిచే యాంత్రికమైన 'కన్ను'ని నిర్మించగలమా అని బహుశా వాళ్ళు తలపోశారు.

ఆ యాంత్రికమైన 'కన్ను'ని మనం ఇవ్వాళ కెమెరా అని పిలుస్తాం. దీని ప్రాథమిక సూత్రాలను ఎన్నో వందల సంవత్సరాల కిందట, పన్నెండవ శతాబ్దంలో అల్లాజన్ అనే అరేబియన్ విజ్ఞాని విశదపరిచాడు. 1553లో బాటిస్టా పోర్టా అనే విజ్ఞాని మొట్టమొదటి కెమెరాని కనిపెట్టాడని చెప్పుకుంటారు. అయితే అది ఏమాత్రం సున్నితమైనది కాదు. చదునుగా ఉండే ప్రదేశంపైన చిన్న దృశ్యపు ప్రతిబింబాన్ని ప్రతిఫలింపజేయడం తప్ప ఆ మొదటి కెమెరా మరేం సాధించలేదు. అయితే ఆ రోజుల్లో, దృశ్యాన్ని శాశ్వతంగా భద్రపరిచే ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ములనే వస్తువు లేమీ లేవు.



మొట్టమొదటి కెమెరాలు చదును ప్రదేశంపైన చిన్న ప్రతిబింబాలుమాత్రమే తీసేవి. బొమ్మలు తీసేవి కావు.

ఫోటోగ్రాఫులను విజయవంతంగా తీసుకోనడానికి వీలైన పద్ధతిలో రసాయనిక విధానాలు 1822 దాకా అభివృద్ధి చెందలేదు. అప్పటికి కూడా మొదటి ఫోటోగ్రాఫులు చాలా అధ్వాన్నంగా వుండేవి. వాటిని తయారుచేయడానికి ఎన్నో గంటలు పట్టేవి.

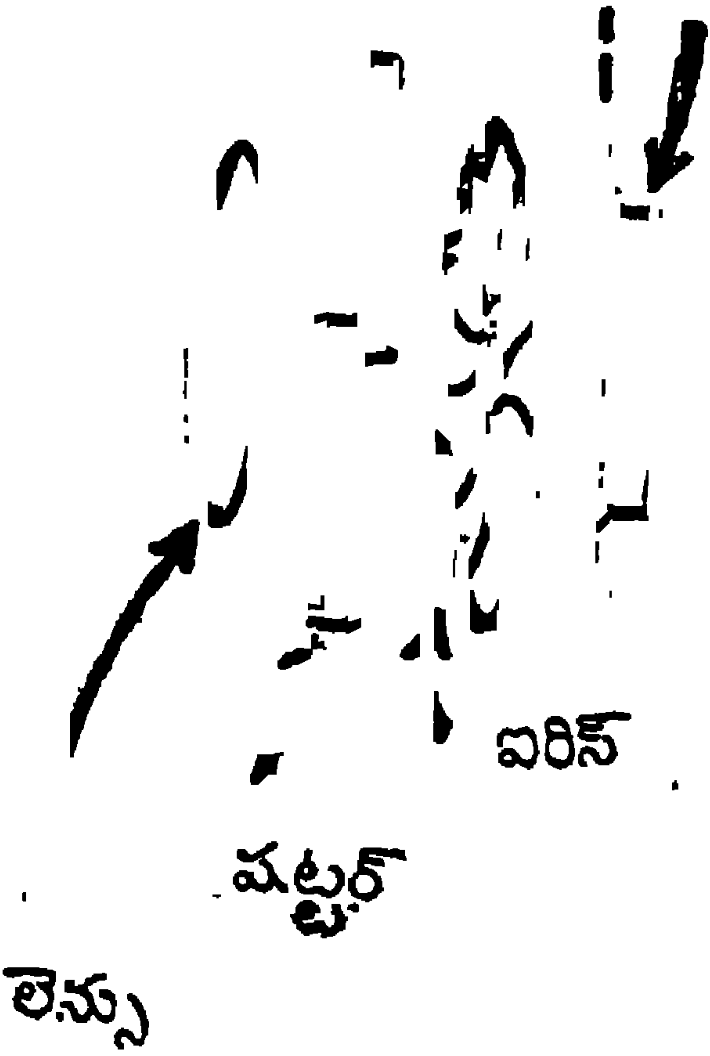
ఏమైనా ఆమాత్రం విజయం సాధించినందుకు, అనేక సంవత్సరాల పరిశోధనాకృషి ఫలప్రదమైనందుకు మొదటి ఫోటోగ్రాఫును తయారుచేసిన వ్యక్తి జె. ఎన్. నీప్స్ అనే ఫ్రెంచి దేశీయుడు ఎంతో ఉప్పొంగిపోయాడు. చాలా ప్రముఖమైన దానికి అది పారంభోత్సవం.


డగార్

మరికొన్ని సంవత్సరాల తరువాత లూయీ జే. ఎమ్. డగార్ అనే ఇంకో ఫ్రెంచి దేశీయుడు ఫోటోగ్రఫంలో వుపయోగించే రసాయనిక పద్ధతులలో ఎన్నో అభివృద్ధులు చేశాడు. 1829 లో నీప్స్‌తో డగార్ చేతులు కలిపి ఇద్దరూ భాగస్వాములయ్యారు. 1839 నాటికి, పదేళ్ళ క్లిష్ట పరిశ్రమ తరువాత వాళ్ళిద్దరూ, ఫరవాలే దనిపించే మొదటి ఫోటోగ్రాఫిక్ విధానాన్ని సృష్టించారు. ఈ రోజుల్లో నంటే మనం ఫిల్ము, పేపర్లు వాడుతాం కాని వాళ్ళు ఆ రోజుల్లో లోహపు పలకల మీద ఫోటోగ్రాఫులు తీసేవారు. ఈ ఫోటోగ్రాఫులను డగార్ పేరు మీదుగా 'డగారో టైపు' లేక 'టిన్ టైపు' అని పిలిచేవారు.

ఫోటోగ్రాఫిక్ విధానాలు, అప్పటికే చికాకుపెట్టే రీతిలో ఉండేవి. చాలా మెల్లగా తీయవలసి ఉండేవి. ఫోటోగ్రాఫులను తీయడానికి ఉత్తమ మార్గాలను ఇతర వ్యక్తులు అన్వేషిస్తూ వుండేవారు. 1839లోనే రసాయనికంగా పూతపూసిన కాగితం మీద ఫోటోగ్రాఫు తీసే పద్ధతిని టాల్‌బోట్ అనే ఇంగ్లండు దేశపు వ్యక్తి కనిపెట్టాడు. ఈ పద్ధతి తరవాత కొద్ది సంవత్సరాలలో అభివృద్ధి చెందినా అప్పటి అది పూర్తిగా సంతృప్తికరం కాదు. తరువాత 1889 లో జార్జి ఈస్ట్‌మన్ అనే అమెరికా దేశీయుడు ఎలా పడితే అలా ఒదిగే, కిరణభేద్యంగా వుండే ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మును కనిపెట్టాడు. అది ఈనాడు మనం వాడేవాటికి ఇంచుమించు సరిసమానంగానే వుండేది. ఈ ఫిల్మును కెమెరాలో ఎక్స్‌పోజ్ చేశాక కొన్ని రసాయనిక పద్ధతులలో డెవలప్ చేయవచ్చు. చిట్టచివరకు ఫిల్మునుండి బొమ్మయొక్క ప్రింట్లు, లేక


టిన్ టైప్ ఫోటో



కాపీలు ఫోటోగ్రాఫిక్ పేపరు మీద పునరుత్పత్తి చేయవచ్చు. ఈ విధానాల వివరాలను గురించి చర్చించడానికి ముందు అసలు కెమెరా ఎలా పనిచేస్తుందో తెలుసుకుందాం.

కెమెరా

మహదాశ్చర్యకరంగా, ఫోటోగ్రాఫిక్ కెమెరాకూడా మానవ నేత్రం మాదిరిగానే వినిర్మాణమై, దానిలాగే పని చేస్తుంది. కంటిలో ఐరిస్, లెన్సు, రెటీనా మొదలైనవీ, కాంతిని ఆపడానికి అనువుగా మూసెయ్యడానికి కంటిరెప్పలూ వుంటాయి. కెమెరాలో కూడా ఒక ఐరిస్, లెన్సు, 'రెటీనా', ఒక 'కంటిరెప్ప' వుంటాయి.

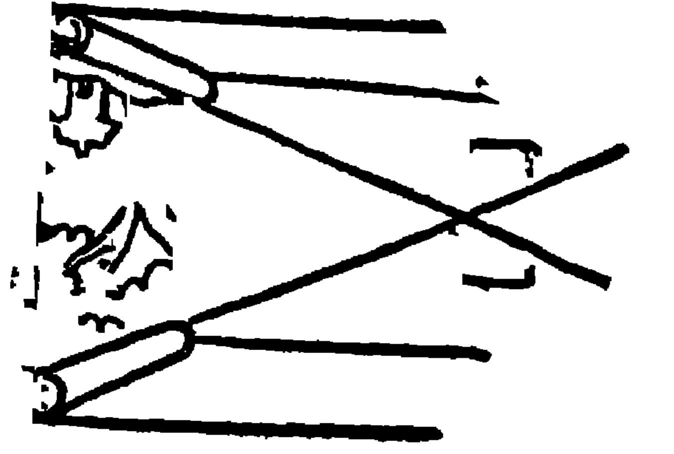
మానవనేత్రంలోని ఐరిస్ ఏ పని చేస్తుందో కెమెరాలోని ఐరిస్ కూడా అదేపని చేస్తుంది. ఆ రెండూ, కాంతి లోనికి వచ్చే ప్రవేశ మార్గంసైజుని మారుస్తూవుంటాయి. చెప్పాలోతగినంత అధికంగా కాంతి వున్నప్పుడు కంటిలోని ఐరిస్ ముడుచుకొని కంటిపాపని చిన్నదిగా చేస్తుంది. అందువల్ల కొద్దిపాటి కాంతే కంట్లోకి ప్రవేశించడానికి ఆస్కారం వుంటుంది. ఆ విధంగానే కెమెరాలోని ఐరిస్‌ను కూడా తగ్గించి కొద్దికాంతినే లోనికి వెళ్లనివ్వవచ్చు. ఈ సదుపాయాన్ని ఫోటోగ్రాఫర్లు 'స్టాప్ డౌన్' చేయడమంటారు.


కెమెరా ఐరిస్ తెరుచుకొంది

కెమెరాలోని కంటిపాప ఒక షట్టరుతో తయారవుతుంది. దీనిని మూయవచ్చును, తెరువవచ్చును. అది తెరుచుకున్నప్పుడు కెమేరా లోనికి కాంతి ప్రవేశిస్తుంది. ఫోటో తీస్తున్నప్పుడు సాధారణంగా షట్టరుని క్షణంలో చాలా కొద్దిసేపుమాత్రమే తెరవాలి. దాన్ని చాలా సేపు తెరచివుంచితే కెమెరాలోని 'రెటీనా'పై చాలా ఎక్కువ కాంతి ప్రకాశిస్తుంది. అలా జరిగిననాడు ఓవర్ ఎక్స్పోజర్ వల్ల బొమ్మ చెడి పోతుంది. ఈ విషయం తరవాత వివరంగా చెప్పుకుందాం.


కెమెరా ఐరిస్‌ని తగ్గిస్తే...

కెమెరా వెనుకభాగంలో 'రెటీనా' వుంటుంది. దీనికి దగ్గరగానూ దూరంగానూ జరపడానికి వీలుగా కెమెరాలెన్సు వుంటుంది. ఈ లెన్సు గాజుతో తయారుచేస్తారు. లెన్సుని జరపడాన్నే 'ఫోకసింగు' అంటారు. సక్రమంగా ఫోకస్‌చేసిన కెమెరాలో ఫోటోతీయవలసిన దృశ్యాన్ని లెన్సు స్ఫుటంగా, స్పష్టంగా కెమెరాలోని 'రెటీనా'పై ప్రతిఫలింవ జేస్తుంది.


ఫిల్మే కెమేరాలోని రెటీనా

కెమెరాలోని 'రెటీనా' మరేంకాదు. ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్మే. ఇది మానవనేత్రంలోని రెటీనాలాగే కాంతికి ప్రతిస్పందిస్తుంది. ఈ ఫిల్మును కిరణభేద్యమైన ప్లాస్టిక్ పదార్థంతో తయారుచేసి దానికి గెలటిన్‌పూత పూస్తారు. ఈ గెలటిన్‌లో అసంఖ్యాకమైన సిల్వర్ బ్రోమైన్ కణాలు వుంటాయి. దీనిని సిల్వరు, బ్రోమైను అనే రెండు విభిన్న రసాయనాల సమ్మేళనంతో తయారుచేస్తారు. ఫిల్ములోని ప్రతిచదరపు అంగుళం లోనూ ఈ రసాయనిక పదార్థపు సూక్ష్మకణాలు లక్షలాది సంఖ్యలో వుంటాయి. ఈ కణాలమీద కాంతి పడినప్పుడు కొన్ని సిల్వర్ బ్రోమైన్ అణువులు బ్రోమైను పరమాణువులుగానూ, సిల్వర్ పరమాణువులుగానూ చీలిపోతాయి. కాంతి బలహీనంగా వుంటే కొన్ని అణువులే చీలుతాయి. కాని, కాంతి దృఢంగావుంటే చాలా అణువులు చీలుతాయి.

కాంతికి ఎక్స్‌పోజ్ చేశాక ఫిల్మును కెమెరాలోనుంచి తీసి డెవలప్ చేసే ద్రావకంలో పెడతారు. ఈ రసాయనిక పదార్థం ఫిల్ము మీద వుండే సిల్వరు పరమాణువులను స్థిరపరుస్తుంది. ఆ తరువాత ఫిల్మును హైపోతొట్టిలో కడుగుతారు. అందువల్ల చీలకుండా మిగిలి పోయిన సిల్వర్ బ్రోమైన్ అణువులను వేరుచేసి తొలగించడానికి వీలవుతుంది. కాబట్టి సిల్వర్ పరమాణువులుమాత్రమే మిగిలిపోతాయి. చివరకు ఫిల్మును పరిశుభ్రమైన నీళ్ళలో కడిగి ఎండబెడతారు.



ఇప్పుడీఫిల్ము విచిత్రంగా వుంటుంది. కెమెరాలో అది వున్నప్పుడు దానిని దృఢమైన కాంతి డీకొన్నభాగాలన్నీ ఇప్పుడు నల్లగా వుంటాయి. కొద్దికాంతి డీకొన్నచోట్లు కిరణభేద్యంగా, అంటే ఇటుప్రక్కనుంచి చూస్తే అటుప్రక్కవన్నీ కనిపించే గాజులా వుంటాయి. ఎంతో ఘనమైన మైక్రోస్కోపులో పెట్టి చూస్తే నల్లనిభాగాలు సిల్వర్ పరమాణువుల అధికసంఖ్యాసమాఖ్యగా కనబడతాయి. ఫోటో తీసిన దృశ్యంలోని తెల్లని భాగాలన్నీ నల్లగా, నల్లని భాగాలన్నీ తెల్లగా ఫిల్ముమీద కనబడతాయి. కనుక, ఈ ఫిల్మును వ్యతిరేకచిత్రం లేక 'నెగెటివ్' అని పిలుస్తారు. దీనిమీదవుండే ప్రతిబక్కటీ మొదటి దృశ్యానికి వ్యతిరేకంగా వుండడంవల్లనే ఈ పేరు పెట్టారు.

ఫొటోగ్రాఫిక్ పేపరును వుపయోగించి ఈ నెగటివ్‌నుంచి ప్రింటులు తీస్తారు. ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ములో ఏ పదార్థాలు వాడుతారో రమారమి వాటితోనే పేపరుకు పూతపూస్తారు. నెగటివ్ ఫిల్మ్‌ని కాగితంపైనపెట్టి, ఫిల్మ్‌ద్వారా దృఢమైన కాంతిని ప్రకాశింప జేస్తారు. నెగటివ్ నల్లగావున్న చోట్లలోంచి చాలా తక్కువ కాంతి చొచ్చుకుంటుంది. నెగటివ్ కిరణభేద్యంగావున్న చోట్లలోంచి ఎక్కువ కాంతి చొచ్చుకుంటుంది. ఈ కాంతి తేడాలమూలంగా కాగితంపైన వున్న సిల్వర్ బ్రొమైడ్‌నుండి సిల్వర్ పరమాణువులు చీలి విడిపోవ డంలో కూడా తేడాలు సంభవిస్తాయి. తరువాత, పేపరుని రసా యనిక ద్రావకాలలో కడిగిన పిదప, మొదట ఫోటోతీసిన దృశ్యంలో నల్లని తెల్లని భాగాలు ఎలాగెలాగ వుండేవో ఆ విధంగానే పేపరు పైనకూడా కనబడేటట్టు వెలుగు నీడలు ఏర్పడతాయి.

ఇక్కడనుంచి ఎక్కువ కాంతి చొచ్చుకుంటుంది



ఇక్కడనుంచి చాలా తక్కువ కాంతి చొచ్చుకుంటుంది



తంతులన్నీ పూర్తి అయాక ప్రింటు ఇలా ఉంటుంది.

మీఫోటో తీయించుకోవడం

ఎవరైనాఫోటోగ్రాఫర్ వద్ద మీరు ఛాయాచిత్రం తీయించు కొంటే అతడు మిమ్మల్ని తన కెమెరాముందు కూర్చోమంటాడు. తరువాత ఆయన కొన్నిలైట్లు వెలిగించి, తన కెమెరాలోంచి మీవంక చూసి కెమెరాలో సర్దుబాట్లుచేస్తాడు. చివరకి అతడు కెమెరా షట్టరుని మూసివేసి, కెమెరాలో ఫిల్మ్‌ని ఎక్కించి, మిమ్మల్ని ఒక్కక్షణంసేపు కదలకుండా కూర్చొని నవ్వమంటాడు. తరవాత మీ చిత్రాన్ని అతడు 'స్నాప్' తీస్తాడు.

కెమెరాలో సర్దుబాట్లు చేస్తున్నప్పుడు ఆయన మూడుపనులు చేస్తాడు. మీ ప్రతిబింబం స్ఫుటమైన ఫోకసులోకి రావడానికి లెన్సుని ముందువెనుకలకు జరుపుతాడు. తరువాత, సరిపోయినంత వెలుతురే కెమెరాలోనికి ప్రవేశించడానికి అనువుగా ఐరిస్‌ను సరిదిద్దుతాడు. చివరకు, సరిగ్గా, కావలసినంతసేపే షట్టరు తెరుచుకొనివుండేటట్టు షట్టరు స్పీడుని సర్దుబాటు చేస్తాడు. దీనివల్ల ఫిల్మ్ సరిగ్గా ఎంతసేపు కాంతికి ఎక్స్‌పోజు అవాలో అంతసేపే ఎక్స్‌పోజ్ అవుతుంది. ఇది చాలా ముఖ్యమైనది. ఎక్స్‌పోజరు చాలాసేపువుంటే ఫిల్మ్ 'ఓవర్ ఎక్స్‌పోజు'

అవుతుంది. అంటే ఎక్కువ కాంతి లోనికిపోయి, ఫిల్ముమీద ఉండే సిల్వర్ బ్రోమైడ్ అణువులలో చాలాభాగం చీలిపోతాయి; అందువల్ల ఫిల్ముమీద అసంఖ్యాకమైన సిల్వరు పరమాణువులు మిగిలిపోయి, ఫిల్ముఅంతటా నల్లగా మాడిపోయి, దానితో తీసిన ప్రింటులన్నీ తెల్లగా వెలిసిపోయి సంతృప్తికరంగా వుండవు. షట్టరు మరీ తక్కువ సేపే తెరచుకొనివుంటే ఫిల్ము 'అండర్ ఎక్స్‌పోజు' అవుతుంది. దీనివల్ల కావలసినన్ని సిల్వరు పరమాణువులు ఫిల్ముమీద మిగలవు. తత్ఫలితంగా ఫిల్ము రమారమి అంతా కిరణభేద్యంగా, ఇటునుంచి చూస్తే అటంతా కనబడుతూ వుంటుంది.పర్యవసానంగా ప్రింటులు మరీ నల్లగా వుంటాయి.


అండరు ఎక్స్‌పోజు అయిన నెగటివ్‌తో తీసిన ప్రింటు

ఫోటోగ్రాఫరు మీ చిత్రాన్ని 'స్నాప్' చేశాక, ఫిల్ముని పద్ధతి ప్రకారం ప్రోసెస్ చేసి దానినుండి ప్రింటులను తీస్తాడు. ఈ ప్రింటులు, లేక ఫోటోగ్రాఫులు, మీరు చిత్రాన్ని తీయించుకొనేటప్పుడు ఎలా వుంటారో ఆ రూపాన్ని శాశ్వతంగా భద్రపరుస్తాయి. మరో యాభై సంవత్సరాలు పోయాక మీ మనుమలూ, మనుమరాళ్లూ ఈ ఫోటోలను తమ స్నేహితులకి చూపించి "చిన్నప్పుడు మా తాతయ్యో, లేక మామ్మో ఇలా వుండేవారట!" అని చూపించవచ్చు.


ఓవర్ ఎక్స్‌పోజు అయిన నెగటివ్‌తో తీసిన ప్రింటు

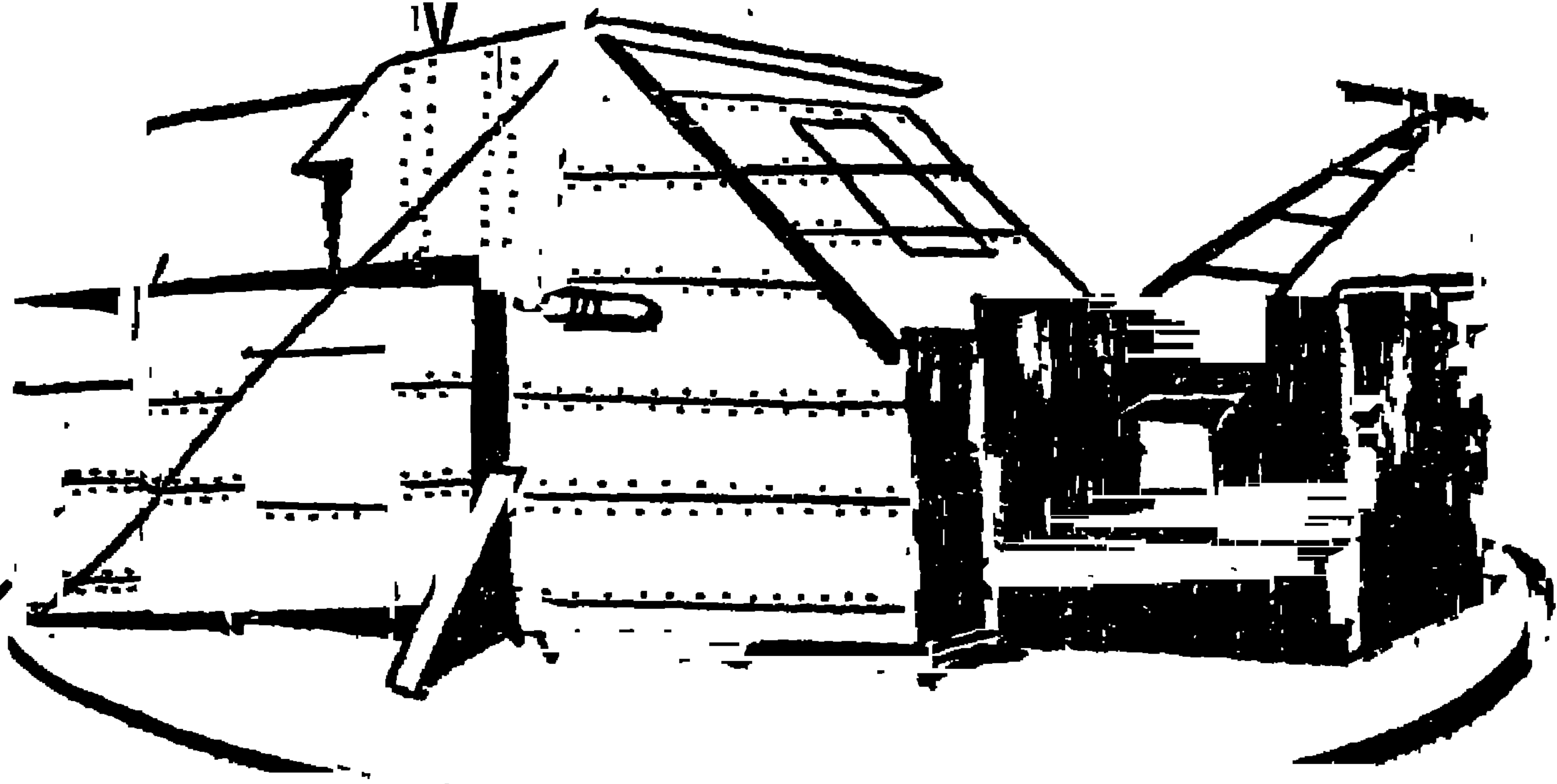
కలర్ ఫోటోగ్రఫీ

మీరు సహజమైన రంగుల్లోవుండే ఫోటోగ్రాఫులను చూసి ఫోటోగ్రాఫిక్ ఫిల్ము స్వీకరించి బంధించే అందాన్ని చూసి ఆశ్చర్యం చెందివుంటారు. కలర్ ఫిల్ము ఇలా పనిచేసే పద్ధతికూడా చాలా ఆశ్చర్యంగానే వుంటుంది. కలర్ ఫిల్ముకూడా మనం చర్చిస్తున్న తెలుపు-నలుపు ఫిల్ములాగే వుంటుంది. అయితే దానిలో ఒకేఒక పొరకు బదులుగా మూడు పొరలలో గెలటిన్ వుంటుంది. ప్రతిపొరలోనూ అసంఖ్యాకమైన సిల్వర్ బ్రోమైడ్ కణాలుంటాయి. మొదటి పొర నీలి


సరియైన ప్రింటు

కాంతికి ప్రతిస్పందిస్తుంది. రెండో పొర ఆకుపచ్చ కాంతి , మూడవది ఎర్రని కాంతికీ ప్రతిస్పందిస్తాయి. కెమెరాలో ఫిల్మ్‌ని ఎక్స్‌పోజుచేసి, డెవలప్ చేశాక మూడు పొరలూ మూడు ప్రతిబింబచిత్రాలుగా మారి ఒకదానిపైన ఒకటి వుంటాయి. ఒక పొర నీలంగా, రెండవది ఆకుపచ్చగా, మూడవది ఎర్రగా వుంటాయి.

నెగటివ్‌లోనుంచి కాంతి ప్రసరించినప్పుడు ఈ మూడు చిత్రాలూ, మీరు చూసే రంగుల చిత్రంగా కనబడడానికి అన్యోన్యంగా సమ్మిళితమవుతాయి. తెలుపు-నలుపు నెగటివ్‌తో ఎలా ప్రింటులు తీసుకుంటామో, కలర్ నెగటివ్‌తో కూడా అలాగే ప్రింటులు తీసుకోవచ్చు. అయితే కలర్ ప్రింటులు తీసుకోడానికి ప్రత్యేకమైన పేపరును వాడాలి. ఈ పేపరుమీద కూడా, కలర్ నెగటివ్‌లో లాగే మూడు పొరల గెలటిన్ వుంటుంది. ప్రింటులు తీసుకొనేటప్పుడు, దృఢమైన కాంతికిందవుండే పేపరుపైన నెగటివ్‌ను పెట్టాలి. తరవాత ప్రింటుపేపరును రసాయనిక ద్రావకాలలో కడగాలి. పేపరుమీద ఉన్న మూడు పొరలూ నెగటివ్‌లో వుండేరంగులను స్వీకరిస్తాయి.



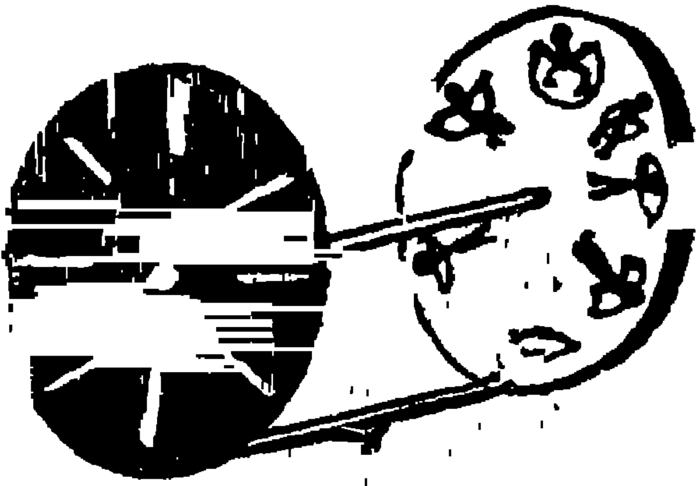
మొట్టమొదటి చలనచిత్రాల స్టూడియో

24

చలన చిత్రాలు

వీరారు సినిమా హాలుకి వెళ్ళి చిత్రాన్ని చూస్తున్నప్పుడు దేనివల్ల ఆ చిత్రాలు 'చలనం' పొందుతున్నాయో ఆలోచించి వుండరు. ఆ చిత్రాలు అలా కదలడానికి తగిన విధానాలను కనిపెట్టిన వ్యక్తులను గురించికూడా ఆలోచించివుండరు. థామస్ ఆల్వా ఎడిసన్ విజ్ఞానికే చలనచిత్రాలను కనిపెట్టిన ఘనతనీ, గౌరవాన్నీ ఇస్తారుగాని ఆయనే తనకన్నా ముందు పరిశ్రమించిన వ్యక్తులతో ఈ గౌరవాన్ని పంచుకో వాలని ప్రప్రథమంగా చెప్పాడు. ఎడిసన్ కాలానికి చాలాముందుగా, ఇరవైవొకటో ప్రకరణంనుంచి ఇరవైమూడో ప్రకరణందాకా చెప్తూ కున్నట్లు పలువురు వ్యక్తులు కాంతినీ, మానవ నేత్రాన్నీ, కెమెరానీ పరిశీలించి పరిశోధనలు చేస్తూవచ్చారు. దీనికి తోడుగా ఇతరవ్యక్తులు విద్యుచ్ఛక్తిపై కృషిచేసి దానిని వుత్పత్తిచేసే సాధనాలను వినియో గించే మార్గాలను తెలుసుకుంటున్నారు.

మానవ నేత్రాన్ని అధ్యయనంచేసి, చలనచిత్రాల అభివృద్ధికి ఉత్తరోత్తరా ప్రముఖంగా పనికివచ్చే ప్రత్యేకమైన కృషిని ప్రసా దించిన ప్రప్రథమ వ్యక్తులలో పీటర్ మార్కు-రోజా అనే ఇంగ్లీషు వ్యక్తిని పేర్కొ-నాలి. 1824 లో అతడు 'దృశ్యాభినివేశం' గురించి కొన్ని ముఖ్యమైన యథార్థ విషయాలను నివేదించాడు. కొన్ని సంవత్స రాల తరువాత బెల్జియందేశంలో డాక్టరు జోసఫ్ ఆన్టోయన్



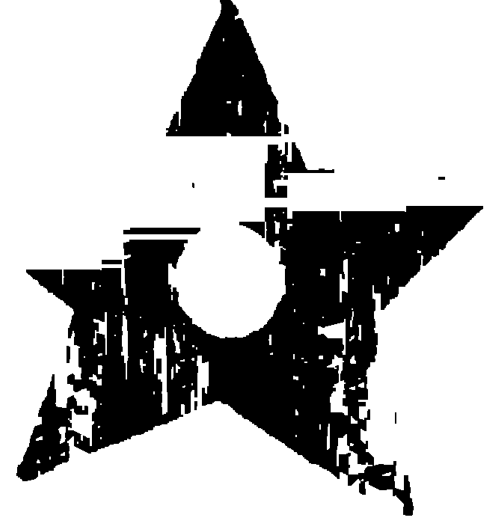
ప్లాటమ్, వియన్నానగరంలో డాక్టరు సైమన్ వాన్‌స్టామ్‌ఫర్ తాము నిర్మించిన కొన్ని పరికరాలలో ఈ దృశ్యాభినివేశాన్ని వుపయోగించుకున్నారు. ఈ పరికరాలలో చిన్నచిన్న రేఖాచిత్రాల పరంపర వ్రాసిన గుండ్రని బిళ్ళలుంటాయి. ఈ బిళ్ళలను గిరగిరా తిప్పినప్పుడు, ఒక చలనచిత్రాన్ని వుత్పత్తిచేయడానికి వీలుగా ఆ చిత్రాలన్నీ సమ్మేళనం పొందినట్లు తోచేది. తరువాత 1860 లో కోల్‌మన్ సెల్లర్సు అనే అమెరికా దేశీయుడు అటువంటి పరికరాన్నే చేశాడు. రేఖాచిత్రాలకు బదులుగా అతడు తన కొడుకు ఒక మేకుని దిగకొట్టే ఫోటోగ్రాఫులను వాడాడు.

ఈ పరికరాలు కొద్దిక్షణాల చర్యలను మాత్రమే చూపించగలవు; తిరుగుతున్న బిళ్ళలు అసంఖ్యాకమైన చిత్రాలను వహించలేకపోవడమే దీనికి కారణం. చర్యలను సుదీర్ఘంగా చూపించాలంటే పొడుగాటి చిత్రాల పేలిక అవసరమని ఎడిసన్ గుర్తించాడు. 1889 లో ఈస్ట్‌మన్ తన ఫోటోగ్రాఫిక్‌ఫిల్ముని పరిపూర్ణంగా నిర్మించి అధిక సంఖ్యాకమైన చిత్రాలుపట్టే పేలికలను తయారుచేయడానికి వీలైన పదార్థాలను ఎడిసన్‌కు అందజేశాడు. ఈ ఫిల్ముని ఎడిసన్ తన చలన చిత్రాల కెమెరాలో వాడుకొని, నిశ్చలంగావుండే చిత్రాల పరంపరని తెరమీద ప్రసరింపజేయడానికి ఆ ఫిల్ము వెనుక దృఢమైన కాంతిని వుంచాడు. చిత్రాలు సమ్మిళితమైనాయి. వాటికి చలనం, చైతన్యం వచ్చాయి. ఒక కొత్తపరిశ్రమ–చలనచిత్రాలు–ప్రభవించింది.



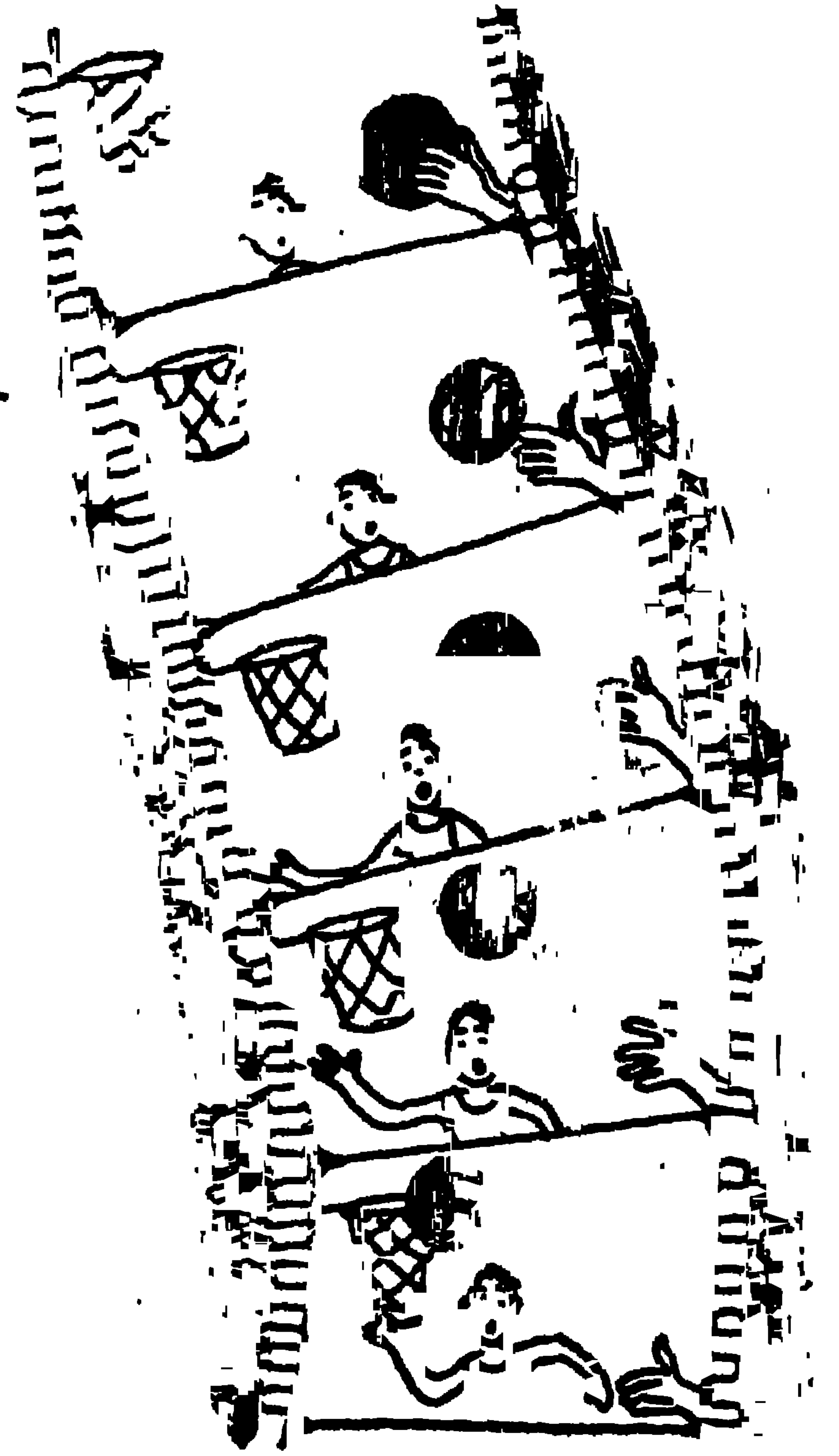
చిత్రాలు ఎలా చలిస్తాయి?

తెరమీద చలనచిత్రాలను సృజించడానికి నిశ్చలంగా వుండే చిత్రాల పరంపరను ఎలా సమ్మిళితం చేయడం? దీనిని అర్థం చేసుకొనడానికి మనం ముందుగా మన కళ్ళకుండే ఒక విచిత్రమైన అలవాటుని జ్ఞాపకం చేసుకోవాలి. ఆ అలవాటునే దృశ్యాభినివేశం అంటాం. దీనివల్ల ఆర్పేసిన ఒక క్షణందాకా మన కళ్ళు లైటుకాంతిని చూడ్డం కొనసాగిస్తాయి.



దీనిని మీరు స్వయంగా సమీక్షించవచ్చు. ఈ పేజీలో వుండే నక్షత్రంలోని తెల్లచుక్కను కొన్ని సెకెండ్ల సేపు నిదానంగా చూడండి. తరువాత గోడవైపు కళ్ళు తిప్పేసుకొని త్వరత్వరగా కళ్ళు మిటకరించండి. కొన్నిక్షణాలదాకా నక్షత్రాన్ని మీరు 'చూడడం' కొనసాగిస్తారు.

సరిగ్గా ఈవిధంగానే ఒక నిశ్చల చిత్రాన్ని తెరమీదికి ప్రసరించి వెంటనే దానిని వుపసంహరిస్తే మన కళ్ళు క్షణంలో కొద్ది భాగంసేపు ఆ చిత్రాన్ని 'చూడడం' కొనసాగిస్తాయి. ఆలోగా ఇంకొక నిశ్చలచిత్రాన్ని తెరమీదికి ప్రసరింపజేస్తే మన కళ్ళు తెర తాత్కాలికంగా కొద్దిసేపు నల్లగా వుండిపోయిన సంగతిని గుర్తించవు. మొదటి చిత్రం బుట్టవేపు ఎగిరివస్తున్న బాస్కెట్‌బాలుని చూపెడుతున్నదనుకోండి. అది అప్పుడే ఆటగాడి చేతులనుండి వెలువడింది. రెండవ చిత్రం అది దాని ప్రయాణ మార్గంలో ఒక అంగుళం కదిలినట్టు చూపెడుతుంది. తెరమీద ప్రసరించే మూడవ చిత్రం బంతి ఇంకొంచెం కదిలినట్టు చూపెడుతుంది. తరవాత వచ్చే మిగతా చిత్రాలు కూడా త్వరత్వరగా ఒకదాని తరవాత ఒకటి తెర మీద పడతాయి. ప్రతి ఒక్క దానిలోనూ బంతి వెనుకటిచిత్రంలో కన్న ముందుకు కదిలినట్టు కనబడుతుంది. దృశ్యాభినివేశం చిత్రాల మధ్యనుండే విరామాన్ని నింపుతుంది. కనుక మన కళ్ళకి బంతి బుట్టవేపు తొందరగా కదులుతున్నట్టు కనబడి చివరికి బంతి బుట్టలో పడినట్టు తోస్తుంది. కొట్టిన 'పాటు' సరైనది అయితే ఆటగాడికి రెండు పాయింట్లువచ్చినట్టు కూడా మనకి అనిపిస్తుంది.



చిత్రాలు ఒకదాని తరువాత ఒకటి తొందర తొందరగా అనుగమిస్తాయి. ప్రతి సెకెండుకీ ఇరవైనాలుగు విడివిడి చిత్రాలు ఒకదాని తరవాత యింకొకటి తెరమీద ప్రసరిస్తాయి. తెరమీద ఒక్కొక్క చిత్రం చాలా కొద్దిసేపు వుండి వొకదానిని యింకొకటి త్వరత్వరగా అనుసరిస్తాయి. కనుక మన కళ్ళు విడివిడి చిత్రాలను గుర్తించలేవు. ఆ చిత్రాలన్నీ మన కళ్ళలో సమ్మిళితం చెంది వాస్తవంగా చిత్రాలు చలిస్తున్నట్టు భ్రమని కల్పిస్తాయి.

చలనచిత్రాల నిర్మాణం

చలనచిత్రాల కథలో హీరో తన తలదాకా చెయ్యెత్తవలసిన ఘట్టం వచ్చిందనుకోండి. లైట్లను సంసిద్ధం చేసి వెలిగించి, కెమెరాని హీరోమీద ఫోకసు చేస్తారు. డైరెక్టరు సంజ్ఞ చేయగానే కెమెరా ఆన్ చేసి, లోపల ఫిల్ము తిరిగేటట్టు చేస్తారు; హీరో తన చేతిని తలదాకా ఎత్తడం ప్రారంభిస్తాడు.

కెమెరాలో అప్పుడు ఏం జరుగుతుందంటే, ఫిల్ము వేలిక ఒక అంగుళందాకా కదిలి ఆగిపోతుంది. కెమెరా షట్టరు త్వరత్వరగా తెరచుకొని మూసుకుంటుంది. ఒక నిశ్చల చిత్రాన్ని తీసుకొనడం జరుగుతుంది. దీని సైజు ఎంతో వుండదు. 5/8 అంగుళం పొడుగు, 7/8 అంగుళం వెడల్పు మాత్రం వుంటుంది. ఫిల్ముని గట్టిగా తోసి అది ముందుకు యింకొక అంగుళం జరిగేటట్టు ఏర్పాటుచేస్తారు. ఇంకో చిత్రాన్ని తీసుకొనడానికి షట్టరు తెరచుకొని మూసుకొంటుంది. ప్రతి సెకెండులో యిరవైనాలుగుసార్లు ఇలా జరుగుతుంది. ప్రతిసారీ షట్టరు ఎంత త్వరగా తెరచుకొని మూసుకుంటుందంటే యాక్షను 'ఆగిపోయినంత' త్వరితంగా అది జరుగుతుంది. అంటే తీసుకున్న చిత్రం కదలికనేం చూపెట్టదు. అది నిశ్చల చిత్రం.

తెరమీద చలనచిత్రాన్ని ప్రదర్శించే ఫిలిం అసలు సైజు

చిత్రాల పరంపరలో మొదటి చిత్రంకన్నా రెండవది హీరో చేతిని కొద్దిగా ఎత్తులో చూపెడుతుంది. మొదటి చిత్రం ఆ చేతిని అతని నడుందగ్గర చూపెడుతుంది. రెండవది అంగుళంలో అతి కొద్దిభాగం ఎత్తినట్టు చూపుతుంది. మూడవది అంతకన్నా కొద్దిగా ఎత్తులో చూపుతుంది. మొత్తంమీద తలమీదికి చేయి రావడాన్ని చూపెట్టడానికి కనీసం యాభై చిత్రాలయినా పడతాయి. ఈ ఫిల్ము వేలికని డెవలప్ చేసి సినిమా ప్రొజక్టరులో రన్ చేసినప్పుడు కళ్ళలోవుండే దృశ్యాభినివేశం నిశ్చలమైన చిత్రాల పరంపరని చలనచిత్రాలలోనికి సమ్మిళితం చేస్తుంది.

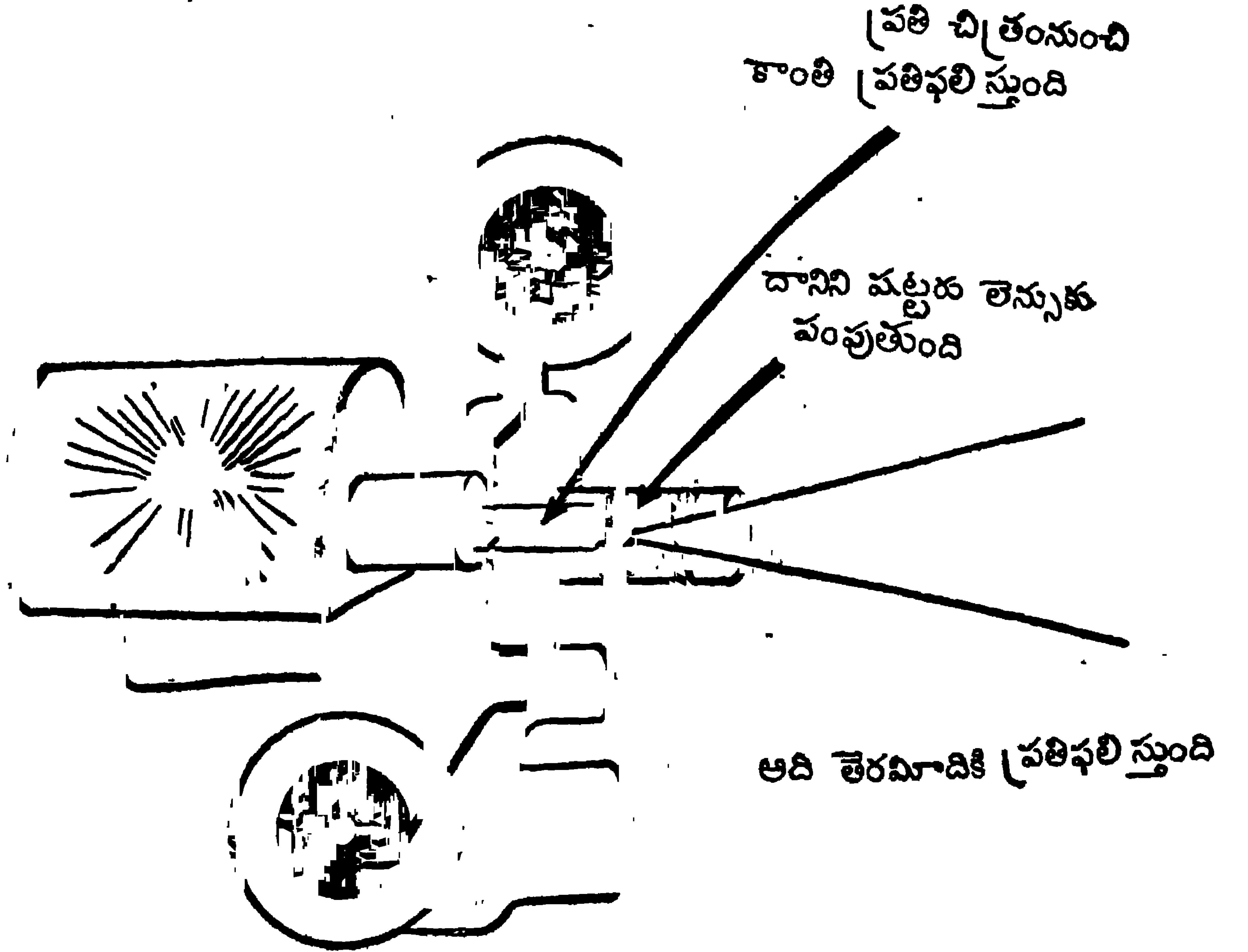
కొన్నికొన్ని వెడల్పాటి తెరల సినిమాల ఫిలిం ఈ సైజులో ఉంటుంది.

వాస్తవానికి మొదటి ఫిల్ముని ప్రొజెక్టరులో రన్ చేయరు. నెగటివులోనుంచి మామూలు ఫోటోగ్రాఫులను ప్రింటుచేసిన పద్ధతిలోనే యించుమించుగా సినిమా ఫిల్ము వేలికనుంచి కూడా యితర ప్రింటులు తీస్తారు. ఈ ప్రింటులను వివిధ సినిమా ప్రదర్శన శాలలకు పంపిస్తారు.

ఒకే ఒక మొదటి ఒరిజినల్ ఫిల్ము నుండి వందలాది కాపీలను తయారు చేసి ఏకకాలంలో ఒకే చలన చిత్రాన్ని వివిధ ప్రదేశాలలో ప్రదర్శించ వచ్చు.

ప్రొజెక్టరు

ఫిల్మును ప్రొజెక్టరులో రన్ చేసినప్పుడు ప్రతిఒక్క నిశ్చల చిత్రాన్నీ దృఢకాంతి ముందు నిలబెట్టి ఒక షట్టరును తొందరగా తెరచి మూసే ఏర్పాటు చేస్తారు. కాంతి ఫిల్ముగుండా ప్రకాశించి ప్రతిబింబాన్ని వెండితెరమీదకు ప్రతిఫలింప జేస్తుంది. ప్రతి సెకెండు యిరవైనాలుగు చిత్రాలు ఈవిధంగా తెరమీదికి ప్రతిఫలింపజేస్తారు. అయితే మన కళ్ళు అన్ని చిత్రాలనూ సమ్మిళితంచేసి ఒకే చలన చిత్రంగా భావించుకుంటాయి.



26

మాట్లాడే చలన చిత్రాలు

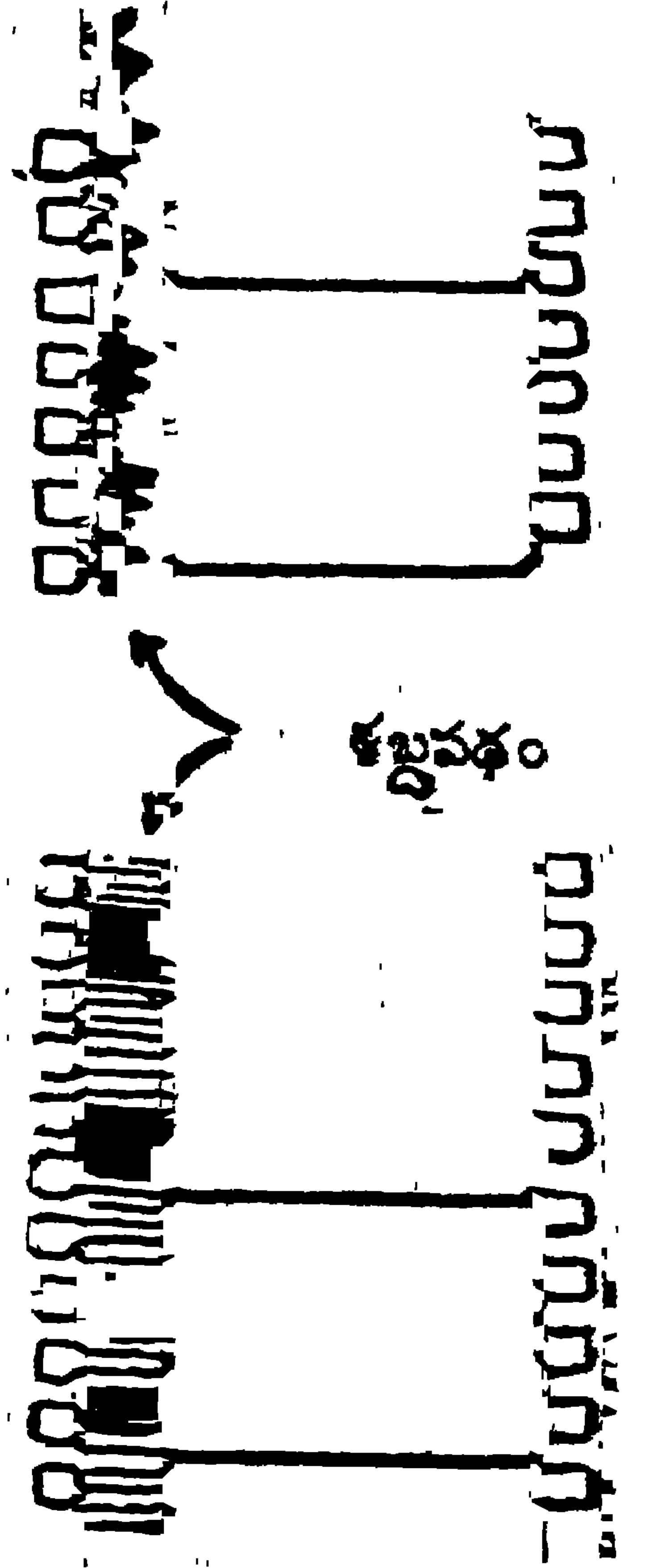


థామస్ ఆల్వాఎడిసన్ చాలా విచిత్రమైన వ్యక్తి. ఆయన చిత్రాలు తెరమీద 'చలించాల'నే కాకుండా 'మాట్లాడాల'ని కూడా ప్రతిపాదించాడు. 1890 దరిదాపుల్లోనే ఆయన తన చలనచిత్రాల ప్రొజెక్టరునూ, తన మాట్లాడే యంత్రాన్నీ జంటగా వుపయోగించాడు. అయితే మాట్లాడే యంత్రంలోనుంచి, అంటే గ్రామఫోనులో నుంచి వచ్చే ధ్వనులు చాలా బలహీనంగా వుండేవి. ధ్వనిని విస్తరింపజేసే ఎలెక్ట్రాను వాల్వులను అప్పటికింకా కనిపెట్టలేదు. అందుచేత చలనచిత్రాలను పెక్కుమంది చూడడానికి అనువుగా పెద్ద పరిమాణంలో నిర్మించినా, శబ్దం మాత్రం చాలా బలహీనంగా వుండి ఏదో కొద్దిమంది మాత్రమే దానిని వినగలిగేవారు. మాట్లాడే చిత్రాల పురోభివృద్ధి చాలా సంవత్సరాలవరకు నిలచిపోయింది. ఎలెక్ట్రానువాల్వులను కనిపెట్టి పరిపూర్ణమొనరించేదాకా అది వేచి వుండవలసివచ్చింది.

చివరకు ఎలాగైతేనేం, ధ్వనిని కూడా ఫోటోగ్రాపు చేసి శాశ్వతంగా రికార్డు చేసే విధానాలను వ్యక్తులు కనిపెట్టారు. చలన చిత్రాన్ని ప్రదర్శిస్తున్నప్పుడు హాలులో ఈ రికార్డుని ప్రయోగించి, తత్ఫలితంగా వచ్చే ధ్వనిని విస్తరణ చేస్తారు. అందుచేత ప్రేక్షకులు చలన చిత్రాలను చూడడమేకాక వినే అవకాశం కూడా కలిగింది.

ధ్వనిని ఫోటో తీయడం

మాట్లాడే చిత్రాలను కల్పించడానికి సినిమా ప్రొజెక్టరులో రన్‌చేసే ఫిల్ము పేలికను మీరు పరిశీలిస్తే నిశ్చలమైన చిత్రాల పరంపరను మీరు గమనిస్తారు. ఇవి తెరమీద కదిలే చిత్రాలను కల్పిస్తాయి. వీటితో పాటు ఫిల్ముకి ఒక అంచువైపు సన్నని పేలిక కనబడుతుంది. దీనిలో వంకర టింకర గీతలో, లేక నల్లని తెల్లని ప్రదేశాలో వుంటాయి. ఈ సన్నని పేలికనే శబ్దపథం, లేక సౌండుట్రాక్ అంటారు. ఇది వాస్తవానికి, సినిమా హాలులో మీరు వినే మాటలూ, పాటలూ, తదితర శబ్దాలూ మొదలైనవాటియొక్క అవిచ్ఛిన్న ఛాయా చిత్రం.



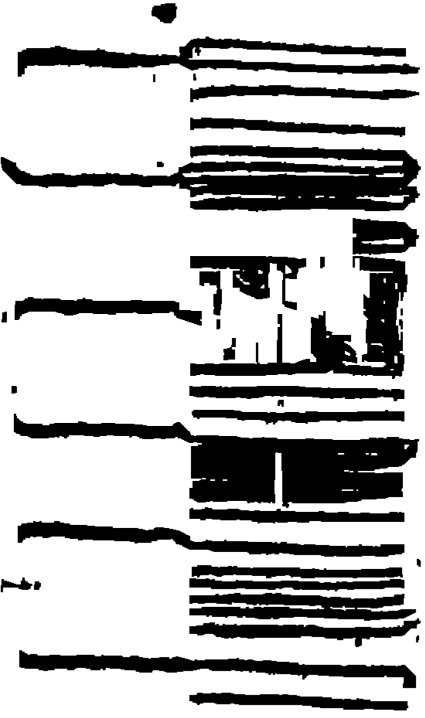
సినిమా చిత్రాన్ని తయారుచేస్తున్నప్పుడు కనబడే యాక్షనును ఫోటోగ్రాఫు తీస్తారు. అదేసమయంలో నటీనటులు మాట్లాడే సంభాషణలను కూడా ఆ ఫిల్ముమీదే 'ఫోటో' తీస్తారు. శబ్దానికి ఫోటో తీయడానికి ఒక మార్గం వుంది. ధ్వనిని కాంతిగా మార్చి ఆ కాంతిని ఫిల్ముయొక్క సౌండ్ట్రాకుపై ప్రకాశింపజేస్తారు.

ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రానువాల్వ్ల పరంపరతో ధ్వనిని కాంతిగా మారుస్తారు. మొదట ధ్వనిని మైక్రోఫోను స్వీకరిస్తుంది. అది ఆ ధ్వనిని విద్యుత్ ప్రేరణలక్రింద మారుస్తుంది. టెలిఫోనులో ఏం జరుగుతుందో ఇక్కడా అలాగే జరుగుతుంది. ఈ ప్రేరణలను ఎలెక్ట్రానువాల్వులలో విస్తరింపజేసి వాటిని ఒక ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రిక్ లైటు బల్బువద్దకు తీసుకెళతారు. ఈ బల్బు మీ ఇళ్ళలో వుపయోగించే సర్వసాధారణమైన బల్బువంటిది కాదు. అత్యంత స్వల్ప వ్యవధిలో ఈ బల్బు తన తేజస్సులో రకరకాలుగా తేడాలను కల్పించుకునే వాల్వువంటిది. ఒక

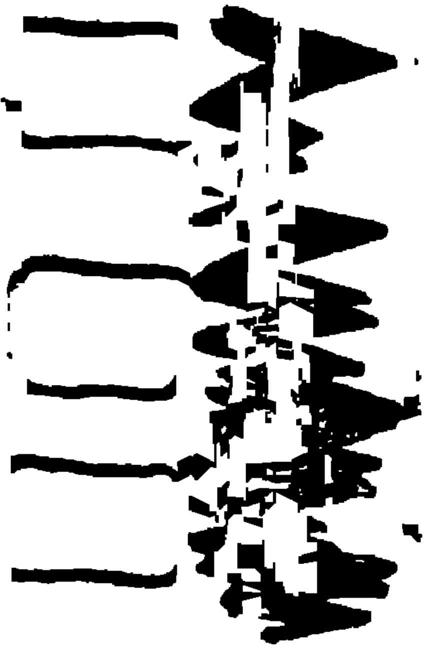
సెకెండులోని లక్షోవంతు టైములో ఇది అధిక తేజస్సులోంచి గుడ్డి వెలుతురుగా మారి మళ్ళీ ఘనంగా ప్రకాశించగలదు.

ఆ విధంగా ధ్వనిని మొదట విద్యుత్ ప్రేరణలక్రిందా, తరువాత కాంతి ప్రేరణల క్రిందా మారుస్తారు. దృఢమైన ధ్వని దృఢమైన కాంతిని వుత్పత్తి చేస్తుంది. బలహీనమైన ధ్వని గుడ్డి వెలుతురుని వుత్పత్తి చేస్తుంది. బలంలో తేడాలున్న ఇటువంటి కాంతిని ఫిల్ముమీద వుండే సౌండ్‌ట్రాక్‌పై ప్రకాశింపజేస్తే అది విభిన్న సంఖ్యలో సిల్వర్ పరమాణువులు ప్రభవించడానికి కారణమవుతుంది. ఇది ఫోటో తీస్తున్నప్పుడు ఏం జరుగుతుందో అలాంటి రసాయనిక క్రియే. కాంతియొక్క చర్యవల్ల సిల్వరు బ్రొమైడు అణువులు చీలిపోయి, సిల్వరు పరమాణువులు వుత్పన్నమవుతాయి.

విభిన్న సాంద్రతలు గల పథం



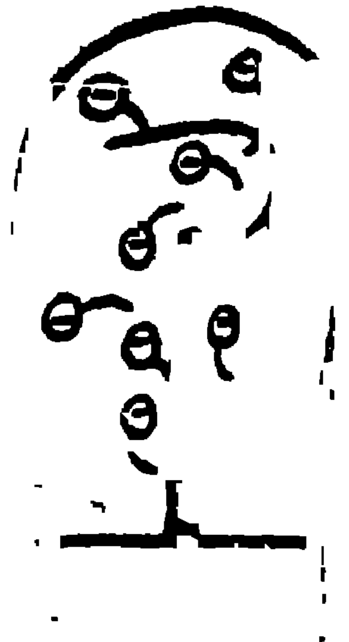
విభిన్న ప్రదేశాల పథం



ఫిల్ముని డెవలప్ చేశాక సౌండ్‌ట్రాక్ అసలు మొదటి శబ్దాల బలాబలాలను బట్టి తెల్లగా,నల్లగా వుంటుంది. దృఢమైన ధ్వనిని నిర్దేశిస్తూ ఒక భాగం నల్లగా వుంటుంది; బలహీనమైన ధ్వనిని నిర్దేశిస్తూ ఇంకొక భాగం తెల్లగా వుంటుంది. సినిమా ప్రొజక్టరులో సౌండు ట్రాకు తిరుగుతున్నప్పుడు ధ్వని ఈ క్రింద వివరించినట్లు పునరుత్పత్తి చెందుతుంది.మీరు ప్రేక్షకుల స్థానంలో కూర్చుంటే మీకు బ్యాక్ గ్రౌండు సంగీతం, నటీనటుల సంభాషణలూ వినబడతాయి.

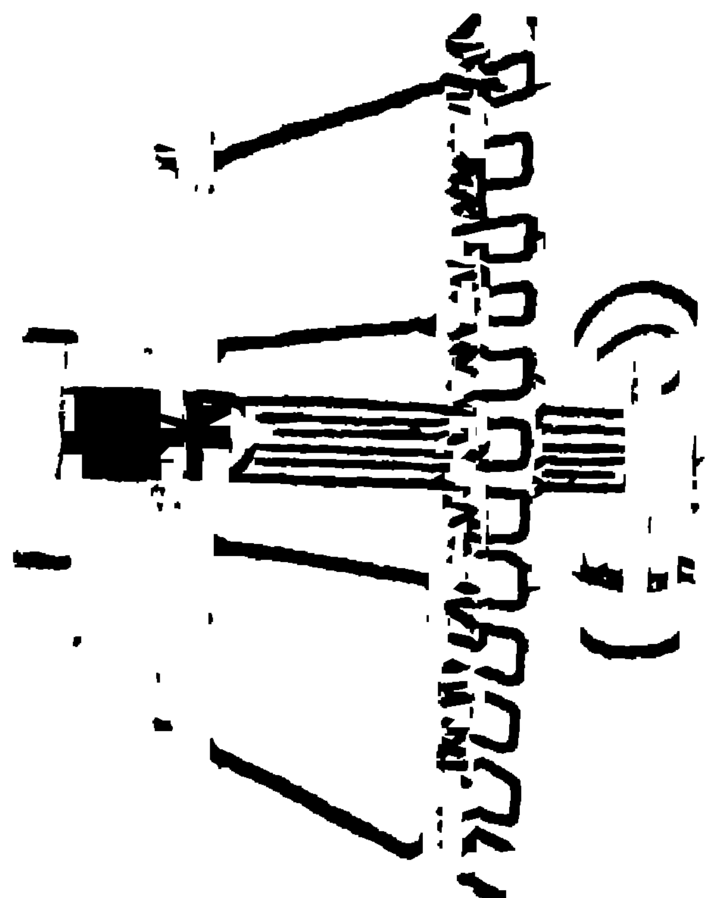
ఇప్పుడు వివరించిన సౌండుట్రాక్ ఒక రకమైనది.దానిని విభిన్న సాంద్రత లున్న శబ్దపథం అంటారు. ఇది తెల్లని కిరణభేద్యంనుంచి నల్లని ప్రదేశాలుగా సాంద్రతలో చాలా తేడాలను కలిగివుంటుంది. రెండోరకం శబ్దపథం కూడా ఒకటుంది. దానిలో వంకరటింకర గీత నిలువుగా వుంటుంది. దీనిని విభిన్న ప్రదేశాల శబ్దపథం అంటారు. దీనిలో వక్రరేఖ ఆవరించే ప్రదేశాలలో తేడా లుంటాయి. రెండు సౌండ్‌ట్రాకులూ సినిమా ప్రొజక్టరులో వాడినప్పుడు ఒకే రకం ఫలితాన్ని కలిగిస్తాయి.

ధ్వని పునరుత్పత్తి



మాట్లాడే సినిమా ప్రొజెక్టరులో ఫోటో వాల్వు హృదయం లాంటిది. ఇది ఒక ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రాను వాల్వు. ఇది సౌండు ట్రాకు పైనున్న ధ్వని ఫోటోలను మళ్ళా ధ్వని రూపంలోనికి మార్చే పని పెట్టుకుంటుంది. ఈ ఫోటో వాల్వు అంత పనినీ తానే నిర్వర్తించదు గాని మొదటి ముఖ్య కార్యానికి బాధ్యత వహిస్తుంది.

ఈ ఫోటో వాల్వు ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రాను వాల్వు.ఇందులో రెండు భాగా లుంటాయి. ఒకటి వంపు తిరిగిన లోహఫలకం. రెండోది లోహదండం. 'సీజియుం' అనే ప్రత్యేకమైన పదార్థంతో లోహఫలకానికి పూత పూస్తారు. తనమీద కాంతి ప్రకాశించగానే ఈ ప్రత్యేకమైన పదార్థం ఒక అరుదైన పని చేస్తుంది. అదే ఎలెక్ట్రానులను ప్రసాదించడం. ఈ ప్రత్యేకమైన పదార్థంలో వుండే పరమాణువులు తమ ఎలెక్ట్రానులను గట్టిగా అదుపులో పెట్టుకోలేవు. కాంతి ఈ అణువులను ఢీకొన్నప్పుడు ఎలెక్ట్రానులు విశృంఖలమవుతాయి. దీనిని ఫోటో 'ఎలెక్ట్రిక్ ఫలితం' అంటారు. ఈ విధంగా ఫోటో వాల్వులో విశృంఖలమైన ఎలెక్ట్రానులు లోహదండం వద్దకు చేరుకుంటాయి. అంటే లోహఫలకంనుంచి దండానికి విద్యుచ్ఛక్తి ప్రవహించిందన్నమాట.



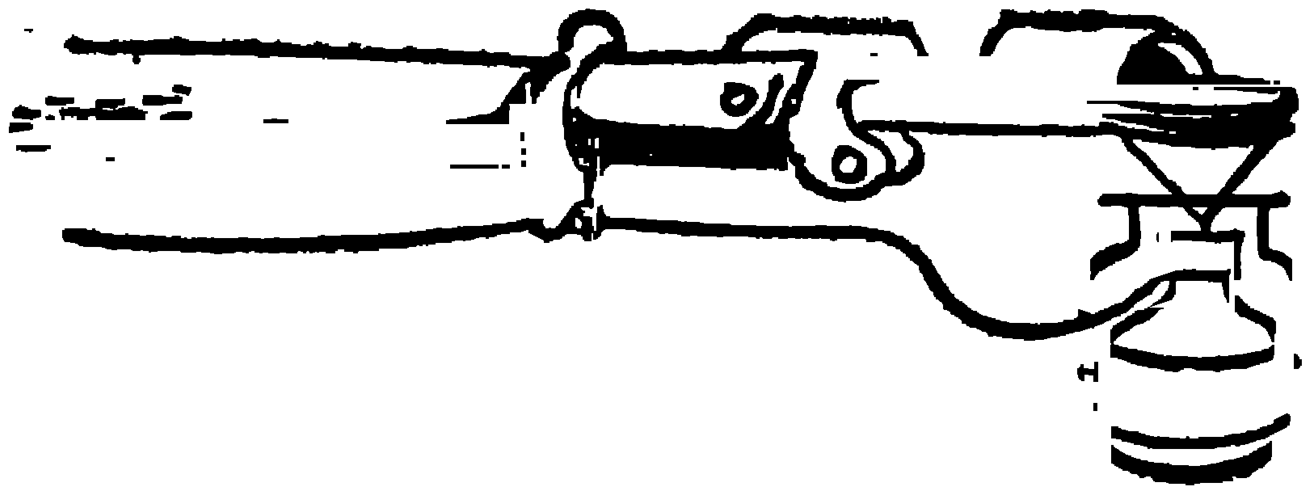
కాంతి దృఢంగా వున్నప్పుడు ఎక్కువ ఎలెక్ట్రానులు దండం వద్దకు ప్రవహిస్తాయి. బలహీనంగా వున్నప్పుడు తక్కువ ఎలెక్ట్రానులే ప్రవహిస్తాయి. కాంతి యొక్క తేజస్సులోని తేడాలతోబాటు ప్రవహించే విద్యుచ్ఛక్తి బలాబలాలలో కూడా తేడాపాడా లుంటాయి.

మాట్లాడే సినిమా ప్రొజెక్టరులో ఈ ఫోటో వాల్వుని సౌండు ట్రాకుముందు నిలువుతారు. సౌండుట్రాకు వెనుక దృఢమైన కాంతిని పెడతారు. అందుచేత సౌండు ట్రాకులోనుంచి ఫోటో వాల్వులోనికి కాంతి ప్రసరిస్తుంది. ట్రాకు నల్లగా వున్నప్పుడు కొద్దిపాటి కాంతి వాటి

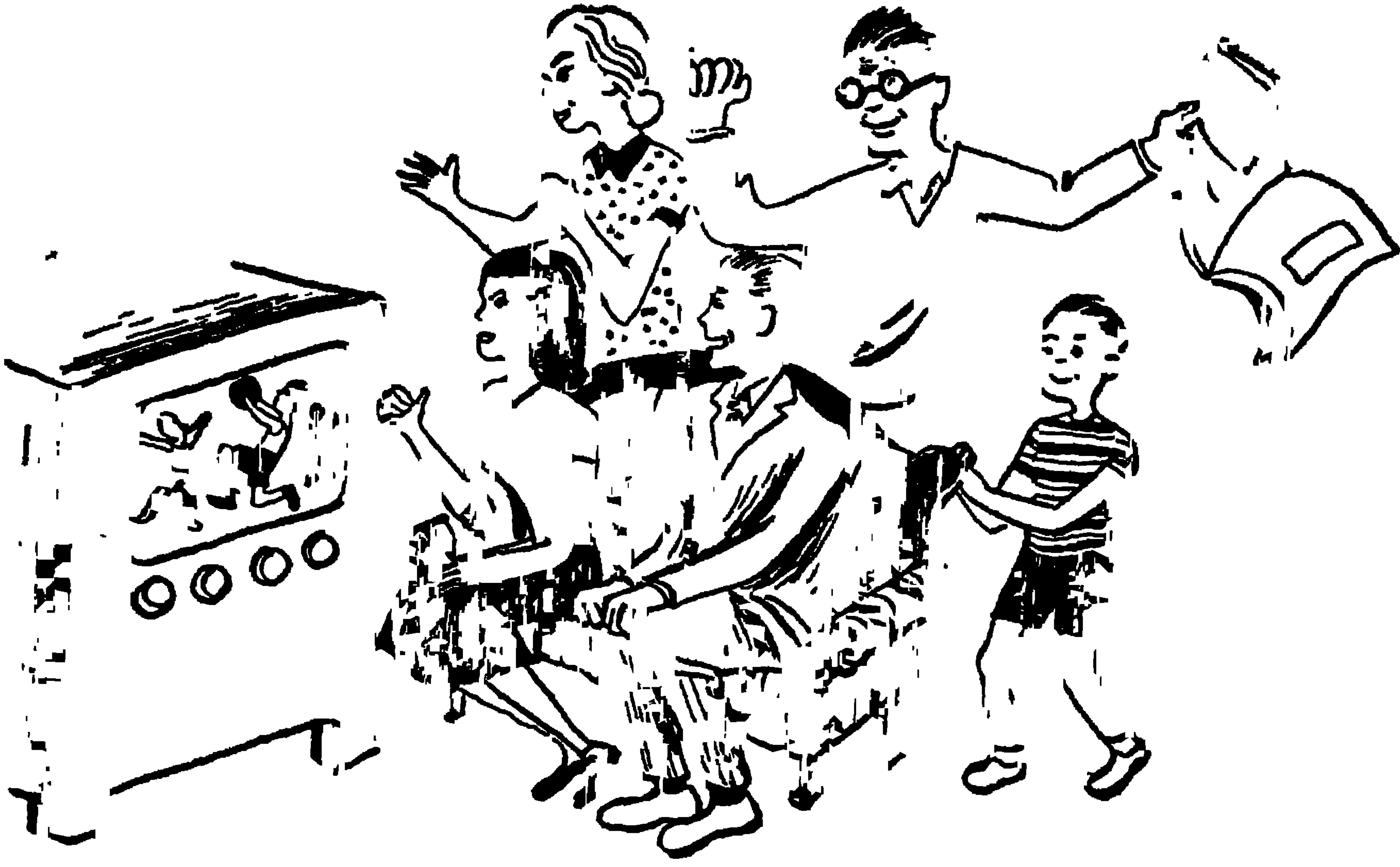
మధ్య ప్రసరిస్తుంది. తెల్లగా కిరణ భేద్యంగా వున్నప్పుడు ఫోటో వాల్వు లోనికి దృఢమైన కాంతి ప్రసరిస్తుంది.

ఈ విధంగా సౌండు ట్రాకులోని నల్లని తెల్లని ప్రదేశాలు తేజస్సులో వివిధ రకాల తేడాలున్న కాంతి ప్రేరణల క్రింద మారుతాయి. ఫోటో వాల్వులో ఈ విభిన్న కాంతి ప్రేరణలను, విభిన్న బలాలను విద్యుత్ ప్రేరణల క్రింద మారుస్తారు. ఈ విద్యుత్ ప్రేరణలను తరువాత ఎలెక్ట్రాన వాల్వులలో రేడియో వాల్వులలో ఎలా విస్తరింప జేస్తారో అలాగే విస్తరింప జేస్తారు. మహత్తరంగా బలం చేకూరిన విద్యుత్ ప్రేరణలు చివరకు లౌడుస్పీకరులోనికి చేరుకుంటాయి. అది వాటిని ధ్వనికింద మారుస్తుంది.

ఇది నిజంగా చోద్యమైన పద్ధతి. సినిమా స్టూడియోలో ఎవరైనా నటుడు 'నమస్తే' అంటే రమారమి దానికి ఫోటో తీయడానికి వీలుగా ఆ ధ్వనిని కాంతి ప్రేరణల క్రింద మారుస్తారు. సినిమాహాలులో ఈ ఫోటోగ్రాఫును ఫోటోవాల్వు సహాయంతో మళ్ళీ ధ్వని క్రింద మారుస్తారు. అందుచేత మీరు 'నమస్తే' అని నటుడు పలకరించడం వింటారు.







26

టెలివిజన్

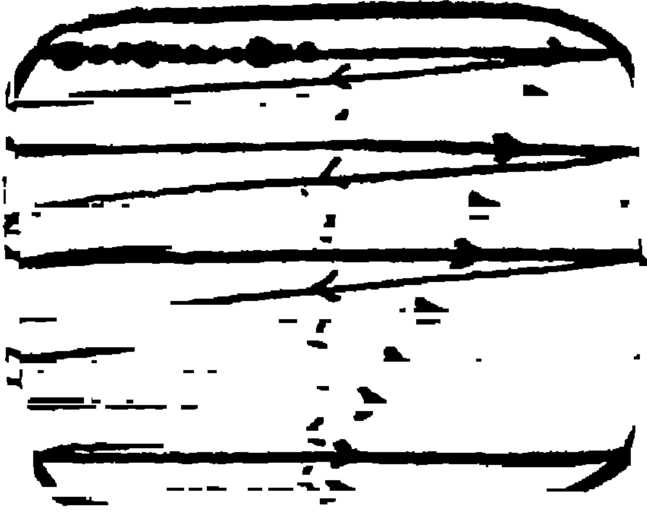
చలనచిత్రాలవల్ల స్టూడియోలోని దృశ్యాన్ని ఫిల్ముపైన స్థిరపరచి, తరవాత కొద్ది కాలానికి సినిమా హాలులో పునరుత్పత్తి చేయడానికి వీలవుతుంది. కాని, టెలివిజన్‌వల్ల స్టూడియోలోని దృశ్యాన్ని ఒక్క సెకెండు కూడా ఆలస్యం లేకుండా టెలివిజన్ రిసీవరులోని చూసే తెరమీాద పునరుత్పత్తి చేయవచ్చు. డెవలప్ చేయడం, ప్రింటులు తయారుచేయడం, హాలులకు పంపించడం మొదలైన కాలవ్యవధు లేం మధ్యలో వుండవు. టెలివిజన్‌లో దృశ్యాన్ని విద్యుత్ ప్రేరణల క్రింద అనువదిస్తారు. వీటిని క్రమంగా విద్యుదయస్కాంత తరంగాల క్రింద, లేక రేడియో తరంగాల కింద ప్రసారం చేస్తారు. స్వీకరించిన విద్యుదయస్కాంత తరంగాలని రిసీవరు విద్యుత్ ప్రేరణలకింద మార్చుకొని చివరకు వాటిని కాంతిరూపంలోనికి అనువదించడం జరుగుతుంది. రిసీవరు తెరమీాద ఈ కాంతి చలిస్తున్న కాంతి చుక్కల రూపంలో తోచి స్టూడియోలోని దృశ్యాన్ని పునరుత్పత్తి చేస్తుంది. ఈ పనులన్నీ ఒక సెకండులోని అత్యల్ప భాగం కూడా పట్టని కాలంలో జరిగిపోతాయంటే నమ్మలేనంత ఆశ్చర్యంగానే వుంటుంది.

టెలివిజన్ సదుపాయాన్ని సాధించిన వ్యక్తుల పేర్లన్నీ క్రోడీకరిస్తే చాలా పెద్ద జాబితాకింద తయారవుతుంది. ఈ పట్టికలో ఇంతకు ముందు కాంతి, విద్యుచ్ఛక్తి, రేడియో మొదలైన వాటిని

గురించి పరిశోధనలు చేసిన ప్రప్రథమ శాస్త్రజ్ఞుల పేర్లన్నీ చేరుతాయి. ఈ పేర్లతోబాటు బోరిస్ రోజింగ్, డాక్టరు వ్లాడిమర్ జవురికిన్ అనే అర్వాచీన శాస్త్రజ్ఞుల పేర్లను విధిగా చేర్చాలి. వీళ్లు ప్రథమ శాస్త్రజ్ఞుల విజ్ఞాన నిధుల సహాయంతో విడ్డూరమైన టెలివిజన్ అనే ఈ మహత్తర విషయాన్ని సృష్టించారు.

చిత్రాలను ఎలా టెలికాస్టు చేస్తారు?

చిత్రాన్ని ప్రసారం చేయడానికి ముందు, అంటే టెలికాస్టు చేయడానికి ముందు దానిని స్వల్పాతిస్వల్ప భాగాల కింద విచ్ఛిన్నం చేయాలి. ఈ విధంగా చిత్రాన్ని ఎలా విచ్ఛిన్నం చేస్తారో తెలుసుకోవాలంటే వార్తా పత్రికలో వుండే చిత్రాలను పరిశీలనగా చూడండి. ఈ విషయం మనం మన కళ్ళలోని కాడలూ కాయలూ చిత్రాన్ని ఎలా పునరుత్పత్తి చేస్తాయో వివరించినప్పుడు చెప్పుకున్నాం. అప్పుడొక చిత్రాన్ని పరిశీలించారు. అలాగే పరిశీలించండి. ఈ వార్తా పత్రికలోని చిత్రం వరస వరసగా వున్న చిన్న చుక్కల సమ్మేళనంవల్ల ఏర్పడిందని గుర్తించండి. కొన్ని చుక్కలు పెద్దవి; కొన్ని చుక్కలు చిన్నవి. పెద్ద చుక్కలు బోలెడు కలసి నల్లని ప్రదేశాన్నీ, చిన్న చుక్కలు బోలెడు కలిసి తేటగా వుండే ప్రదేశాన్నీ సృజిస్తాయి.



చుక్క ఛేంజరు తెర మీద ఇలా నడయాడుతుంది. కాని, ప్రతి చుక్కనీ కప్పేటట్లుగా గీతలు మరి మరీ దగ్గరగా ఉంటాయి.

ఈ చుక్కల్లోని ప్రతిఒక్కదానినీ విద్యుత్ ప్రేరణలకింద మార్చగలగాలంటే చిత్రాన్ని టెలికాస్టు చేయడంలో మొదటి మెట్టు ఎక్కేశామన్నమాట. చుక్కలని విద్యుత్ ప్రేరణలకింద మార్చినప్పుడు పెద్ద చుక్కలు బలమైన ప్రేరణలుగా, చిన్న చుక్కలు బలహీనమైన ప్రేరణలుగా మారుతాయి. మాటవరసకి, చుక్కలని విద్యుత్ ప్రేరణలకింద మార్చే యంత్రాన్ని 'చుక్క-ఛేంజరు' అని పిలుస్తున్నా మనుకోండి. ఒక చిత్రాన్ని టెలికాస్టు చేయడానికి చుక్క-ఛేంజరు చిత్రానికి ఎడమచేతివైపున ఎగువ మూలనుండి ప్రారంభించి పై వరసలో ఉన్న గీతలోని చుక్కల్లో కదులుతుంది. అది ఒక్కొక్క చుక్కనీ క్రమంగా చేరుకోగానే ఆ చుక్కని విద్యుత్

ప్రేరణ కింద మారుస్తుంది. చుక్క చిన్నదైతే ప్రేరణ కూడా చిన్నదే అవుతుంది. చుక్క పెద్దదయితే ప్రేరణా పెద్దదే అవుతుంది.

చుక్క ఛేంజరు మొదటి గీతని పూర్తిచేయగానే అది మళ్ళా ఎడమ పక్కకి చెంగున దూకి రెండవ గీతద్వారా కదలడానికి ప్రారంభిస్తుంది. పుస్తకంలోని అక్షరాలను చదవడానికి మీ కళ్లు ఎలా కదులుతాయో అదీ అలాగే కదులుతుంది. మీరు పుస్తకంలో ఎడమ పక్కనుంచి కుడిప్రక్కకి చదువుతూ ఒక్కొక్క లైనూ చూసుకుంటూ పుట అడుగు భాగం చేరుకుంటారు.

ఒక చుక్క తరువాత ఇంకొక చుక్కని చుక్క ఛేంజరు విద్యుత్ ప్రేరణ కింద మార్చుకొని పోతూవుంటే, రిసీవరు ఈ విభిన్న బలాలున్న విద్యుత్ ప్రేరణలను విభిన్నమైన సైజుల్లోని 'చుక్క-లు'గా మార్చుకొంటుంది. ఈ పని ఎంత త్వరితంగా జరుగుతుందంటే చుక్కలన్నీ సమ్మేళనం పొంది, టెలివిజన్ స్టూడియోలో జరుగుతున్న దృశ్యాన్ని యథాతథంగా కన్నులకు కట్టిస్తాయి.

కెమేరా వాల్వు

మనం పేర్కొంటున్న చుక్క ఛేంజరు ఒక అత్యంత ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రానిక్ వాల్వువంటిది.ఇది టెలివిజన్ కెమేరాకు హృదయం లాంటిది. కెమెరా వాల్వులలో ఎన్నో రకరకా లుంటాయి. కాని అన్నీ ఒకే సాధారణ సూత్రాలపైన పనిచేస్తాయి. ఒక రకాన్ని అయికనోస్కోపు అంటారు. అందులో మొసైక్, సేకరణవలయం, ఎలెక్ట్రాన్ తుపాకి అనే మూడు అవసరమైన భాగాలు వుంటాయి.

అయికనో స్కోపు



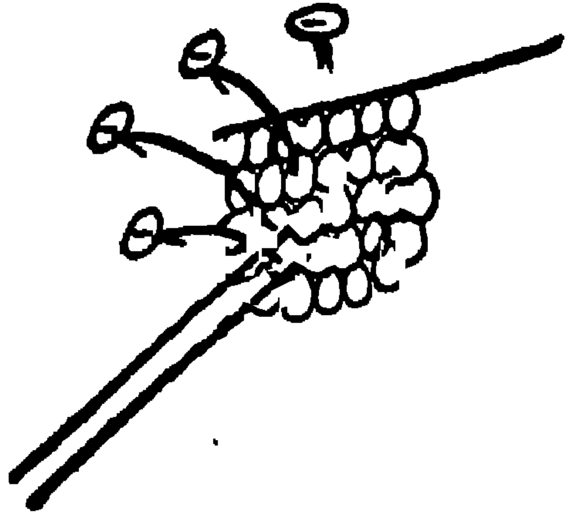
మొసైక్

కలెక్టర్ వలయం

ఎలెక్ట్రాన్ తుపాకి

విద్యుత్ బంధన పదార్థాలూ, లేక ఇన్సులేటరుతో కూడిన వాటితో పూతపూసిన లోహపు వలకతో మొసైక్ తయారవుతుంది. ఈ విద్యుత్ బంధన పదార్థాల ఉపరితలంపైన లక్షోపలక్షల సంఖ్యలో సిల్వర్ గోళికలు,లేక చిన్న చిన్న గుండ్రని మచ్చలు వుంటాయి. ఇందులో ప్రతి ఒక్క గోళికనూ, సీజియుం అనే ప్రత్యేకమైన పదార్థంతో పూత పూస్తారు. ఈ సీజియుం అనేదాన్నే ఫోటో వాల్వులలో వాడుతారని వెనుకటి ప్రకరణంలో మనం చెప్పుకున్నాం. అందుచేత ప్రతి వొక్క సిల్వర్ గోళికా చిన్న ఫోటో వాల్వులా పని

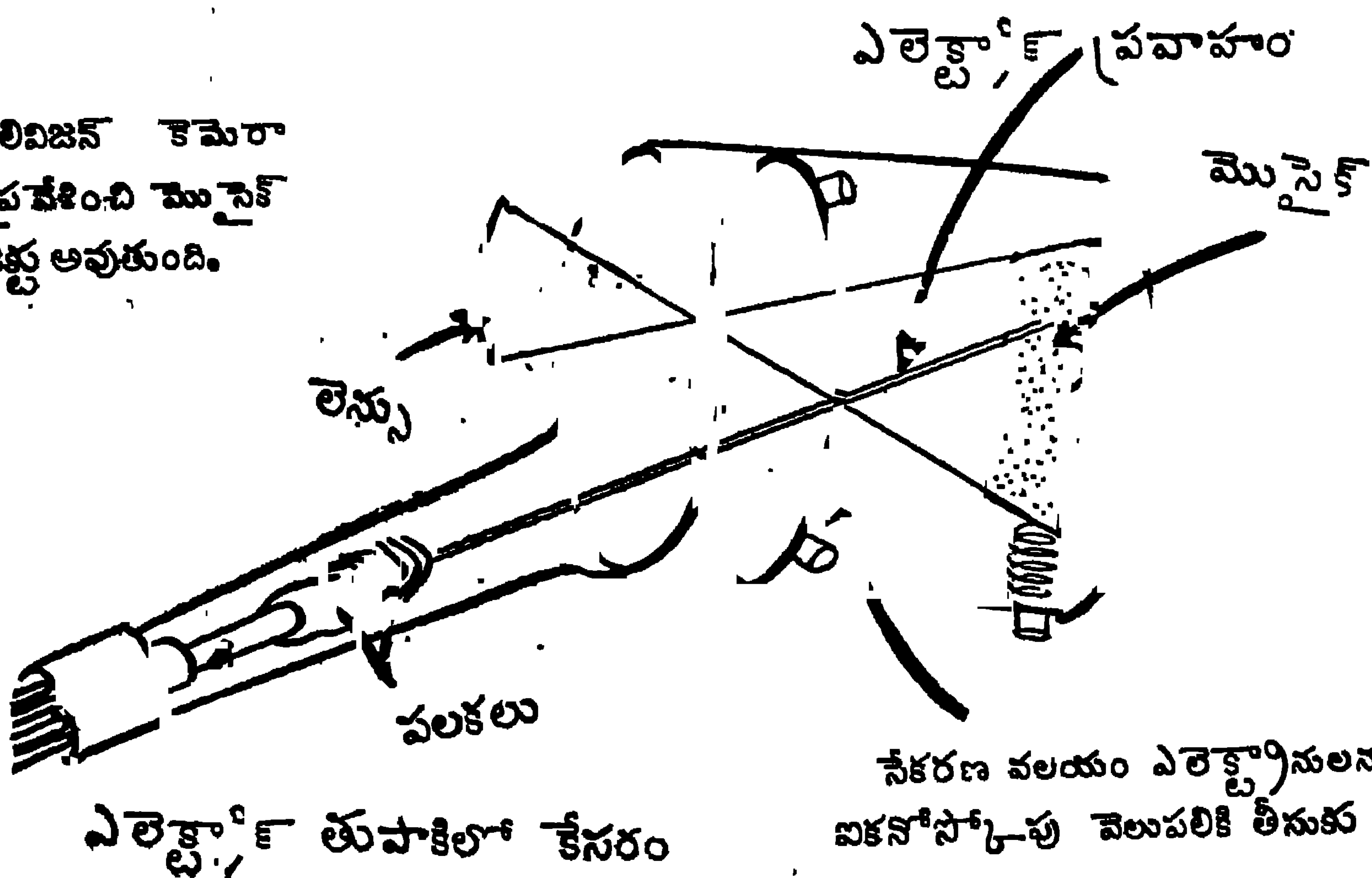
చేస్తుంది. మొజాయిక్‌లో ఇటువంటి చిన్న 'ఫోటో వాల్వ్'లు లక్షోపలక్షలుగా వుంటాయి.



ఈ ఫోటో వాల్వ్‌ల పైన కాంతి ప్రసరించినప్పుడు ఎలెక్ట్రాన్‌లు దానినుండి వెలువడతాయి. కాంతి ఎంత దృఢంగా వుంటే అంత ఎక్కువ ఎలెక్ట్రాన్‌లు బయటకు పోతాయి. ఎలెక్ట్రాన్‌లు ఎలెక్ట్రిక్ చార్జిలో ఋణ పక్షాన వుండబట్టి ఎలెక్ట్రాన్‌లను నష్ట పోయినందుకు ఫోటో వాల్వ్ ధనపక్షాన ఆవేశం పొందుతుంది. అందుచేత మొజాయిక్ మీద ప్రొజక్టు చేసిన ఏ చిత్రమైనా పోజటివ్ ఎలెక్ట్రిక్ చార్జిల సమ్మేళనంలోనికి మారుతుంది; లేదా, చిత్రం వివిధ రకాల సైజుల్లో వుండే ఎలెక్ట్రిక్ చార్జిల 'చుక్కల'లోనికి విచ్ఛిన్న మైందని మనం చెప్పుకోవచ్చు.

ఫోటో వాల్వ్‌లు పోగొట్టుకున్న ఎలెక్ట్రానులన్నింటినీ, సేక రణ వలయంతో సమీకరించి వాటిని అయికనోస్కోపునుండి ఊడ్చి వేయడం జరుగుతుంది.

ఎలెక్ట్రాన్ తుపాకిలో ఒక కేసరమూ, మధ్య చిన్న బెజ్జమున్న పలకా వుంటాయి. కేసరం ఎలెక్ట్రాన్‌ల మూలాధారంవలె పని చేస్తుంది. దానినుంచి ఆ ఎలెక్ట్రాన్‌లు అన్ని ప్రక్కలకూ విహ రిస్తాయి. కాని వాటిలో చాలా భాగాన్ని పలక బంధించివేస్తుంది.

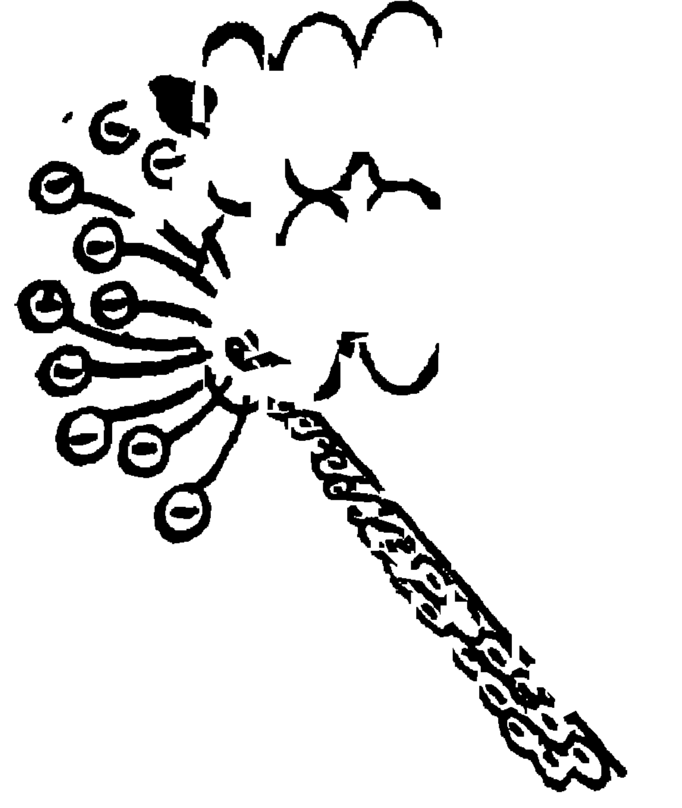


దృశ్యం టెలివిజన్ కెమెరా లెన్సులో ప్రవేశించి మొజాయిక్ మీద ప్రొజక్టు అవుతుంది.

ఎలెక్ట్రాన్ తుపాకిలో కేసరం

సేకరణ వలయం ఎలెక్ట్రానులను సేకరించి, ఐకనోస్కోపు వెలుపలికి తీసుకుపోతుంది.

అయితే కొన్ని బెజ్జంలోనుంచి తప్పించుకుపోతాయి. దీపం ముందు కన్నం వున్న అట్టముక్కని పెడితే ఆ బెజ్జంలోంచి కాంతి ఎలా ప్రసరిస్తుందో అలాగే ఈ ఎలెక్ట్రాన్‌లు తప్పించుకుంటాయి. తల వెంట్రుక లాగసన్నంగా,సున్నితంగా వుండే ఈ ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహాన్ని మొదట ఒక ప్రక్కకి, తరవాత రెండోప్రక్క రెండుజతల పలకలవల్ల వంచుతారు. ఈ పలకలు ఒకదానికొకటి సమకోణంలో నిలుస్తూ వుంటాయి.



ఫోటో వాల్వ్ 1,000 ఎలెక్ట్రాన్లను కోలుపోయిందంటే, అది వాటిని మళ్ళీ తుపాకీ పుంజం నుంచి రాబట్టుకోవాలసిందే.

మొదటి జత పలకలు ఎలెక్ట్రాన్ ప్రవాహాన్ని పైకి, కిందికీ వంగేటట్టు చేస్తాయి. వివిధ మొత్తాలలో ధన,ఋణ విద్యుదావేశాలను పలకలపైన నిక్షిప్తం చేయడంవల్ల ఈ వంగడం ఏర్పడుతుంది. ఉదాహారణకి పైనున్న పలకపైన ధనవిద్యుదావేశాన్ని పెడితే కిందనున్న పలకపై ఋణవిద్యుదావేశాన్ని పెడతారు. ఋణవిద్యుదావేశం గల ఎలెక్ట్రాన్లతో కూడుకున్న ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహం పైపలకవైపు వంగుతుంది; కింది పలకనుంచి వైతొలగుతుంది. ధన ఋణవిద్యుదావేశాల పరిమాణాలను మారుస్తూవుంటే ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహాన్ని కూడా విభిన్నపరిమాణాలలో పైకీ కింది వంచవచ్చు.

రెండవ జత పలకలు ఎలెక్ట్రిక్ ప్రవాహాన్ని కుడిప్రక్క, ఎడమప్రక్కకీ వంచుతాయి. రెండు జతల పలకలపైన ఎలెక్ట్రిక్ ఛార్జీలను మారుస్తూవుంటే ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహాన్ని మొసైక్‌మీది ఏ భాగంపైనసైనా త్రిప్పవచ్చు.

ఈవిధంగా ఎలెక్ట్రాన్ ప్రవాహం మొసైక్‌మీది ఎడమచేతి ప్రక్క ఎగువ మూలలో ప్రారంభమయ్యేటట్టు చేస్తారు. అది మొదటి వరసలోనున్న ఫోటో వాల్వులను ఎడమనుంచి కుడికి వినురుగా వూడ్చుకొంటూపోయి మళ్లా ఎడమచేతిప్రక్కనుంచి రెండవ వరసలోకి వూడ్చుకొంటూ వచ్చి ఈ క్రమంలో మొత్తం మొసైకునంతా పూర్తిచేస్తుంది.

ఇలా చేయడంలో వుద్దేశమేమిటంటే కాంతి తనమీద పడినప్పుడు పోగొట్టుకొన్న ఎలెక్ట్రాన్లను ప్రతి ఫోటో వాల్వు మళ్ళీ సమర్పించడమే. ఒక ఫోటోవాల్వు వెయ్యి ఎలెక్ట్రాన్లను పోగొట్టు

ఉన్నదనుకోండి. ఇది మోసైక్ నిర్మాణంలో ఆధారమైన లోహపు పలకలోనికి సుమారు వెయ్యి ఎలెక్ట్రానులను ఆకర్షిస్తుంది. అవి ఫోటో వాల్వులోనికి ప్రవేశించలేవు. ఎందుచేతనంటే లోహపు పలకపైన విద్యుత్ బంధన పదార్థముంటుంది. ఎలెక్ట్రాను తుపాకినుండి వెలువడిన ఎలెక్ట్రాను ప్రవాహం ఫోటోవాల్వులోని ఎలెక్ట్రానులను భర్తీ చేశాక ఈ వెయ్యి ఎలెక్ట్రానులూ లోహపు పలకనుండి ఉద్వాసన పొందుతాయి.

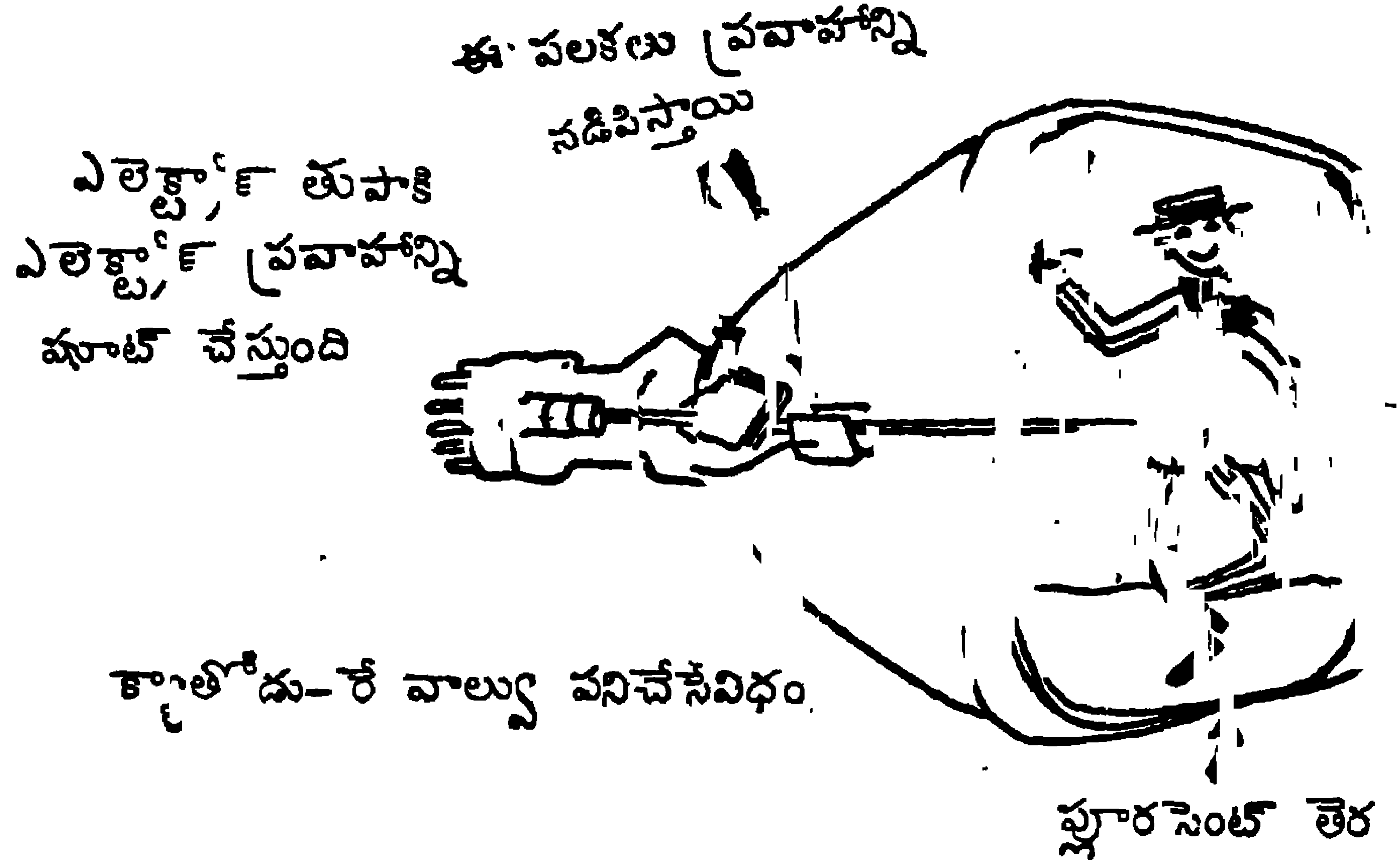
లోహపు పలకనుండి ప్రవహించే ఈ ఎలెక్ట్రానులు ఒక విద్యుత్ ప్రేరణాన్ని వుత్పత్తిచేస్తాయి. ఫోటో వాల్వుపైన పడిన కాంతి పరిమాణానికి సరిసమానమైన పరిమాణంలో ఈ విద్యుత్ ప్రేరణ జరుగుతుంది. కాంతి దృఢంగా వున్నప్పుడు విద్యుత్ ప్రేరణ బలంగా వుంటుంది.


క్యాథోడు - రే వాల్వు

ఎలెక్ట్రాను ప్రవాహం ఒక ఫోటోవాల్వునుంచి యింకొక వాల్వుకి కదులుతున్నప్పుడు ఈ ప్రేరణలు ఒకదాని తరవాత మరొకటి త్వరితగతిలో అనుసరిస్తాయి.తరువాత వాటిని విస్తరింపజేసి టెలివిజన్ వాహన తరంగాలను మాడ్యులేట్ చేయడానికి వినియోగిస్తారు. ఇది రేడియో మైక్రోఫోనునుండి వెలువడే విద్యుత్ ప్రేరణలచే రేడియో వాహనతరంగాలను మాడ్యులేట్ చేయించినపద్ధతిలోనే జరుగుతుంది. తత్ఫలితంగా ఏర్పడ్డ తరంగాలు ఎలెక్ట్రాను చలనాన్ని వుత్పత్తి చేస్తాయి. అంటే టెలివిజన్ రిసీవరులో విద్యుత్ ప్రేరణలను వుత్పత్తి చేస్తాయి. తరవాత ఈ ప్రేరణలను రిసీవరు తెరమీద చిత్రాలకింద అనువదించుకొనడం జరుగుతుంది.

రిసీవరు

టెలివిజన్ రిసీవరులో ఒక అత్యంత ప్రత్యేకమైన ఎలెక్ట్రాను వాల్వు వుంటుంది. దీనిని 'క్యాతోడు-రే' వాల్వు అంటారు. ఐకనోస్కోపులో వుండే ఎలెక్ట్రాను తుపాకివంటిదే ఈ వాల్వులో కూడా వుంటుంది. ఈ వాల్వు చివరనవుండే ప్రస్ఫురణమైన తెరమీదికి ఈ తుపాకి ఎలెక్ట్రానుల ప్రవాహాన్ని గురిచేసి వదులుతుంది. ప్రస్ఫురణమైన తెరనే 'ఫ్లూరసెంటు స్క్రీన్' అంటారు. ట్యూబులైట్ల పదార్థం మాదిరిగా వుంటుంది ఇది. ఎలెక్ట్రానులు దీనిని ఢీకొన్నప్పుడు తళ తళ కాంతితో మెరవడానికి వీలుగా ఫ్లూరసెంటు పదార్థాలతో ఈ తెరని పూతపూస్తారు. ఈ ఎలెక్ట్రానులు ప్రస్ఫురణ పదార్థాల పరమాణు



క్యాథోడు-రే వాల్వు పనిచేసేవిధం.

వులలోని ఎలెక్ట్రాన్‌లు వలయాలలో కుప్పిగంతులు వేసేటట్టు చేస్తాయి. ఎలెక్ట్రాన్‌లు వలయాలలో కుప్పిగంతులు వేసినప్పుడు కాంతిని ఉత్పత్తి చేస్తాయని ఇరవైనాలుగవ ప్రకరణంలో తెలుసుకున్నాం. కాబట్టి ఎలెక్ట్రాన్‌ ప్రవాహం ఫ్లూరసెంటు తెరని ఢీకొన్నప్పుడల్లా కాంతిచుక్క ఏర్పడుతుంది. ఎలెక్ట్రాన్‌ ప్రవాహం బలంగావుంటే కాంతిచుక్క తేజస్సు ఎక్కువగా వుంటుంది.

ప్రసారంజేసే ఐకనోస్కోపులోని ఎలెక్ట్రాన్‌ తుపాకికి యథాతథంగా 'క్యాథోడు-రే' వాల్వులోని తుపాకి ఎలెక్ట్రాన్‌ ప్రవాహాన్ని వంచుతుంది. రెండు ప్రవాహాలూ వాటివాటి తెరల పైభాగాల మీదుగా కలిసే కదులుతాయి. తరువాత రెండవ వరస, తరువాత మూడవ వరస, చివరికి ఆఖరివరస క్రమంగా చుట్టబెడతాయి.

అయికనోస్కోపులోని మోసైక్‌నుండి వెలువడే విద్యుత్ ప్రేరణలు ఏ బలాబలాలలో వుంటాయో అదేలెక్కలో క్యాథోడు-రే వాల్వులోని ఎలెక్ట్రాన్‌ల ప్రవాహంకూడా విభిన్నబలాలలో వుంటుంది. మోసైక్‌నుండి బలమైన ప్రేరణ వెలువడినప్పుడు

క్యాథోడు-రే వాల్వులోని ఎలెక్ట్రాన్ల ప్రవాహం బలంగా వుంటుంది. ఫ్లూరసెంటు తెరమీద తేజోవంతమైన చుక్క కనబడుతుంది. ప్రేరణ బలహీనంగా వున్నప్పుడు చుక్క వెలవెలపోతూ వుంటుంది. టెలికాస్టు చేస్తున్న దృశ్యంలోని వివిధ పరిమాణాలున్న కాంతివల్ల అయికనో స్కోపులోని మోసైక్‌పైన వివిధాలయిన ఎలెక్ట్రిక్ ఛార్జీల చుక్కలు ఫ్లూరసెంటు తెరమీద కదులుతున్న కాంతిచుక్కల రూపంలో మళ్ళా కనబడతాయి. ఈ ప్రకాశవంతమైన చుక్కలూ, ప్రకాశహీనమైన చుక్కలూ సమ్మేళనం పొంది టెలికాస్టు చేస్తున్న దృశ్యంలోని చిత్రంగా రూపొంది ఫ్లూరసెంటు తెరమీద కనబడతాయి.

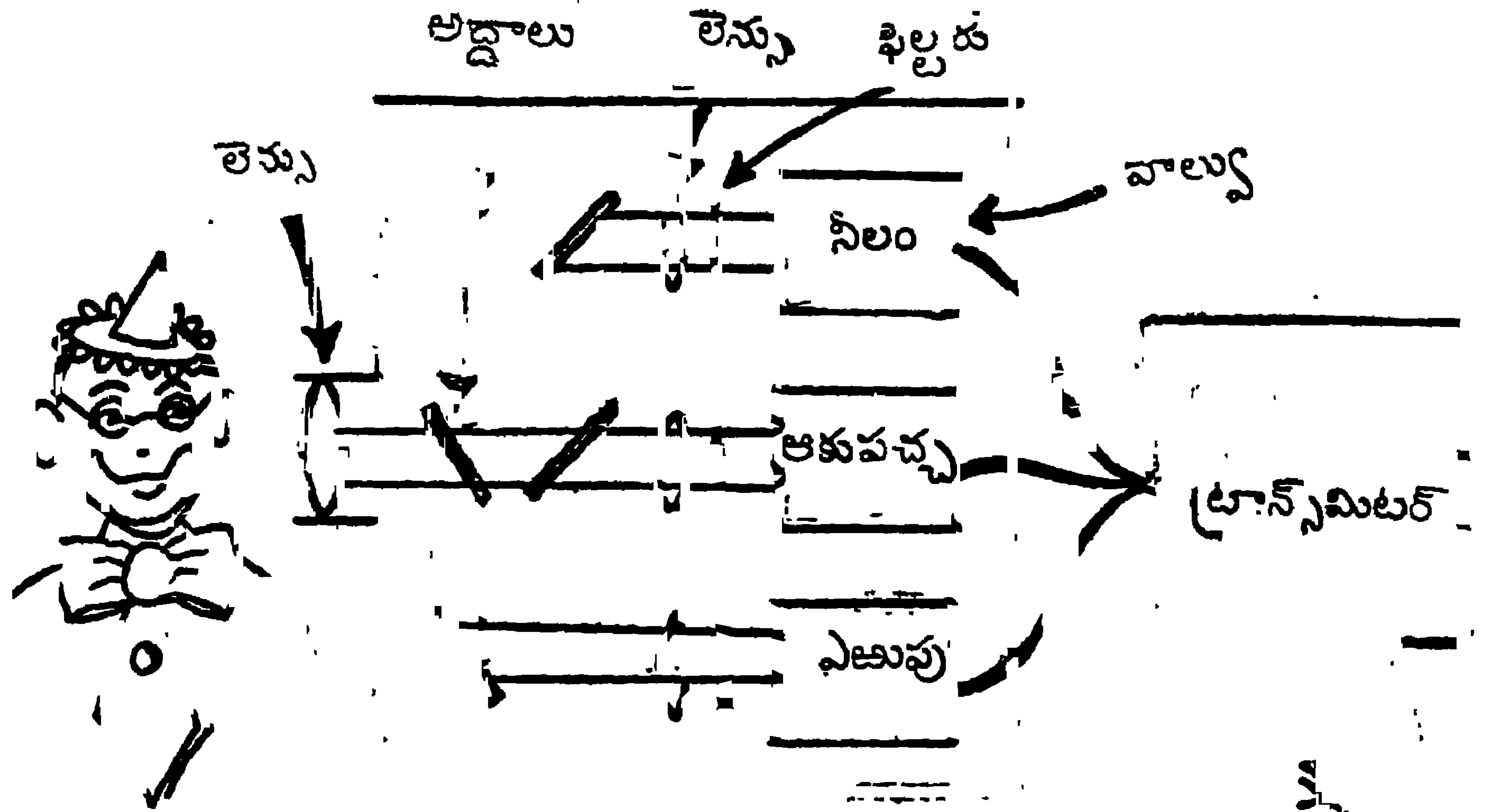
సెకెండుకి ముప్ఫయి చిత్రాలను వుత్పత్తి చేయడానికి ఈ తెరను సెకెండుకి ముప్ఫయిసారులు పూర్తిగా కప్పివేయడం జరుగుతుంది. మన కళ్ళు వాటికున్న దృశ్యాభినివేశంవల్ల ఈ విడివిడి చిత్రాలను గుది గుచ్చుకొని టెలివిజన్ స్టూడియోలో జరుగుతున్న దృశ్యంలోని చలనచర్యగా భావించుకుంటాయి.

రంగుల టెలివిజన్

కలర్ ఫోటోలను ఎలా తీసుకుంటామో మీకు జ్ఞాపకముందా? మూడు విడివిడి పొరలున్న ఫిల్ముని వుపయోగిస్తాం. ఒకటి నీలిరంగుకి ప్రతిస్పందిస్తుంది. ఒకటి ఆకుపచ్చకి, మూడవది ఎర్రరంగు ప్రతిస్పందిస్తాయి. వీటిని సమ్మిళితం చేయడంవలన చిత్రంలోని వివిధరకాల రంగులు ఏర్పడుతాయి.

ఈ విధంగానే రంగుల టెలివిజన్ చిత్రాలను మూడు రంగుల్లోనికి విచ్ఛిన్నంచేస్తుంది. ఆ రంగులు ఎరుపు, నీలం, ఆకుపచ్చ. రమారమి మూడు విభిన్నచిత్రాలను ఒకటి ఎరుపులో, రెండోది ఆకు పచ్చలో, మూడవది నీలంలో టెలికాస్టు చేస్తారు. కెమెరాలో వుండే లెన్సులూ, అద్దాలూ, ఫిల్టర్లూ మొదలైన పరికరాల పద్ధతివల్ల చిత్రాలను ఈ విధంగా విచ్ఛిన్నం చేయడానికి ఆస్కారముంది.

తరువాత రిసీవరులో ఈ మూడు విడివిడి చిత్రాలనూ మళ్ళీ ఒకటిగా సమకూరుస్తారు. ఒక రకమైన రిసీవరు వాల్వులో నలుపు తెలుపు చిత్రాల వాల్వులో వున్నట్టు ఒక్క తుపాకికి బదులు మూడు



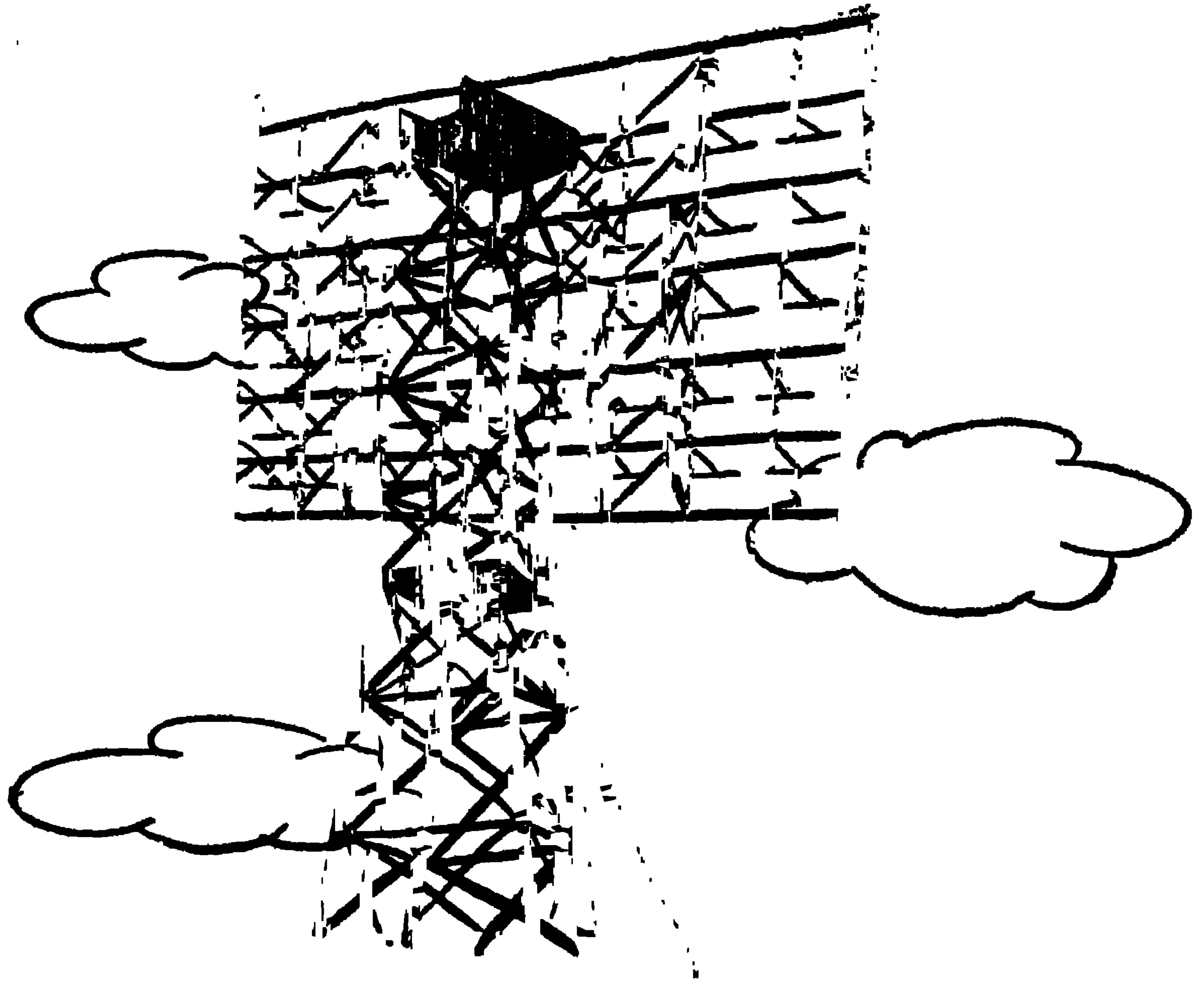
రిసీవరు

ఎలెక్ట్రాను తుపాకులు వుంటాయి. దీనికి తోడు ఫ్లూరసెంటు తెరమీద మూడురకాల ప్రస్ఫురణపదార్థాల పూత పూస్తారు. ఒకరకం నీలం రంగును మెరుస్తుంది. రెండోది ఆకుపచ్చను, మూడవరకం ఎరుపుని మెరుస్తాయి. టెలికాస్టుచేస్తున్న మూడు చిత్రాలలో ఒకే ఒక దానికే వాస్తవానికి ఈ మూడు ఎలెక్ట్రాను తుపాకులలో ఒక్కొక్కటీ ప్రతిస్పందిస్తాయి. ఉదాహరణకి ఒక ఎలెక్ట్రానుతుపాకి నీలి చిత్రంపైనే పనిచేస్తుంది. కార్యాచరణలో దాని ఎలెక్ట్రానులు ఫ్లూరసెంటు తెరపైన నీలం చుక్కలనే గురిపెట్టి కొడతాయి. రెండవ ఎలెక్ట్రాను తుపాకి ఆకుపచ్చ చుక్కలనే ప్రసరిస్తుంది. మూడవ తుపాకినుండి వచ్చే ఎలెక్ట్రానులు ఎర్ర చుక్కలనే కొడతాయి. కాబట్టి ఫ్లూరసెంటు తెర మీద మీరు చూసే చిత్రం మూడు విడివిడి ప్రతిబింబాలవల్ల ఏర్పడుతుంది. మీరు చూసే రంగుల చిత్రాన్ని తయారుచేయడానికి ఆ మూడూ సమ్మిళితం చెందుతాయి.

రంగుల్లో పంపించిన టెలివిజన్ చిత్రాలను నలుపు తెలుపు టెలివిజన్ సెట్లపైన కూడా రిసీవు చేసుకోవచ్చు. నలుపు తెలుపు సెట్లు మూడు విభిన్న చిత్రాలను అవి ఎలెక్ట్రాను తుపాకిని చేరుకోడానికి ముందుగానే ఏకంచేస్తాయి. కాబట్టి నలుపు తెలుపు చిత్రాల వాల్వు అదే చిత్రాన్ని ప్రదర్శిస్తుంది. అయితే ఇది నలుపు-తెలుపు రంగుల్లో మాత్రమే వుంటుంది.

24

రాడార్



టెలివిజన్ స్టూడియోలో జరుగుతున్న దృశ్యాన్ని ట్రాన్స్మిటరు మన రిసీవరుకి టెలికాస్టు చేస్తూవుంటే దూరపు విషయాలను టెలివిజను మూలంగా మనం చూడగలుగుతున్నాం. దృశ్యాన్ని టెలికాస్టు చేయడానికి ఏ విధమైన ట్రాన్స్మిటరూ లేకుండానే రాడారు సహాయం వలన సుదూరపు వస్తువుల ఆకారాలను రిసీవరు తెరమీద వీక్షించవచ్చు. దీనికన్నా విడ్డూరమైనదీ, చెప్పుకోదగ్గదీ యింకొకటి కూడా రాడారులో వుంది. ఇది చిమ్మచీకటిలోంచీ, కారు మబ్బులలోంచీ కూడా 'చూడ' గలుగుతుంది. రాడారుపరికరాలు గల విమానాన్ని నడిపే పైలట్ రాత్రిపూట ఎగురుతూ, ఎన్నో మైళ్ళకు ముందుగానే రాడారు తెరమీద దూరంగా వున్న భవంతులనూ, ప్రమాదభూయిష్ఠమైన పర్వత శిఖరాలనూ చూడగలుగుతాడు.

విమానాలను వాటి గమ్యస్థానాలకు చిమ్మచీకటిలో చేర్చడానికి రాడారును వుపయోగించవచ్చు. యుద్ధపురోజుల్లో గురిచూసి దాడీ చేయవలసిన ప్రదేశాలను చిమ్మ చీకటిలోనూ, దట్టమైన మేఘాల లోంచీ బాంబరు విమానాలు గుర్తించడానికి రాడారు ఉపయోగ పడింది. ఎంతో దూరాన వున్న శత్రు విమానాలను చీకటిలోంచో దట్టమైన మేఘాలలోంచో 'చూసి' విమాన విధ్వంసనాగ్నులను శత్రు

వులపై సరిగ్గా తిప్పడానికి నేలమీద వుండే రాడారుసెట్లు తోడ్పడతాయి. యుద్ధనౌకలలో ఉండే రాడారుసెట్లు శత్రునౌకలను గాని, తీరాన వుండే శత్రుశిబిరాలనుగాని రాత్రిపూట సరిగ్గా గురి తప్పకుండా దాడిచేయడానికి తోడ్పడతాయి.

రాడారు ఎలా పనిచేస్తుంది?

రాడారు 'ప్రతిధ్వని'సిద్ధాంతంపైన పనిచేస్తుంది. కొండ శిఖరానికి రమారమి అరమైలు దూరంలో మీరు నిలబడి బిగ్గరగా ధ్వని చేసి, ఆ శబ్దం ప్రతిధ్వనించడానికి ఎంతసేపు పట్టిందో సరిగ్గా కొలిస్తే కొండశిఖరం ఎంతదూరంలో వుందో కొద్ది అడుగుల తేడాలో లెక్కకట్టవచ్చు. ఇంచుమించు యిదే విధంగా రాడారుసెట్టు రేడియో తరంగాలను పంపిస్తుంది; ఆ తరంగాలు తిరిగి చేరుకొనడానికి ఎంతసేపు పట్టిందో కొలుస్తుంది.

రాడారుసెట్టులో ఒక ట్రాన్స్‌మిటరు, ఒక రిసీవరూ వుంటాయి. ట్రాన్స్‌మిటరు రమారమి రేడియో ప్రసారకేంద్రంలాగే పనిచేస్తుంది. కాని రిసీవరు మాత్రం వాస్తవానికి టెలివిజన్ మాదిరిగానే పనిచేసి ప్రతిధ్వనించిన రేడియో తరంగాలను ఒకరకమైన చిత్రరూపంలో అనువదిస్తుంది.

ట్రాన్స్‌మిటరు ఒక రకమైన అత్యంత ప్రత్యేకప్రసార కేంద్రం. అది సక్రమమైన కాలవ్యవధులలో అధికకంపనవు రేట్లు గల రేడియో తరంగాల స్వల్పవాహినులను పంపిస్తాయి. ఈ తరంగాలను పదునైన కిరణంకింద కేంద్రీకరణ చేస్తారు. ఒక్కొక్క తరంగవాహినీ సెకెండులో శతసహస్రాంశం సేపు మాత్రమే వుంటుంది. రెండు తరంగవాహినులమధ్య సెకెండులో కొన్నివేల వంతుల వ్యవధానం మాత్రమే వుంటుంది. అంటే ట్రాన్స్‌మిటరు సెకెండులో శతసహస్రాంశంసేపు తరంగాలను పంపించి కొద్దిసేపు వూరుకుంటుంది. మళ్ళా పంపించడానికి ప్రారంభిస్తుంది. ఈ చర్యలు రాడారుసెట్టు పనిచేస్తున్నంతసేపూ సాగుతూనే వుంటాయి.

రాడారు ఈ తరంగాలను పంపిస్తుంది.



తరువాత అవి ప్రతిఫలనం పొందే దాకా నిరీక్షిస్తుంది.

ఈ రేడియో తరంగాలు మేఘాలలోంచి పయనించగలవు, చీకటి వీటి నేం ఆటంకపరచలేవని చెప్పక్కర్లేదు. ట్రాన్స్మిటరునుంచి ఇవి ఒక సరళరేఖలో, ఏదైనా ఒక ఘనపదార్థాన్ని-మాటవరసకి ఒక భవనాన్ని-ఢీకొనేదాకా పయనిస్తాయి. తరవాత అవి తిరుగుముఖంపట్టి, కాంతి ఏదైనా ఘనపదార్థాన్ని ఢీకొంటే ఎలా ప్రతిఫలనం పొందుతుందో అలాగే ప్రసరిస్తాయి. రాడారుసెట్టుని చేరుకొందికి తిరోగమించే ఈ ప్రతిఫలిత తరంగాలను స్వీకరించి, క్యాతోడు రేవాల్వులోని చూసే తెరమీద చిన్న కాంతిచుక్కగా అనువదించడం జరుగుతుంది.

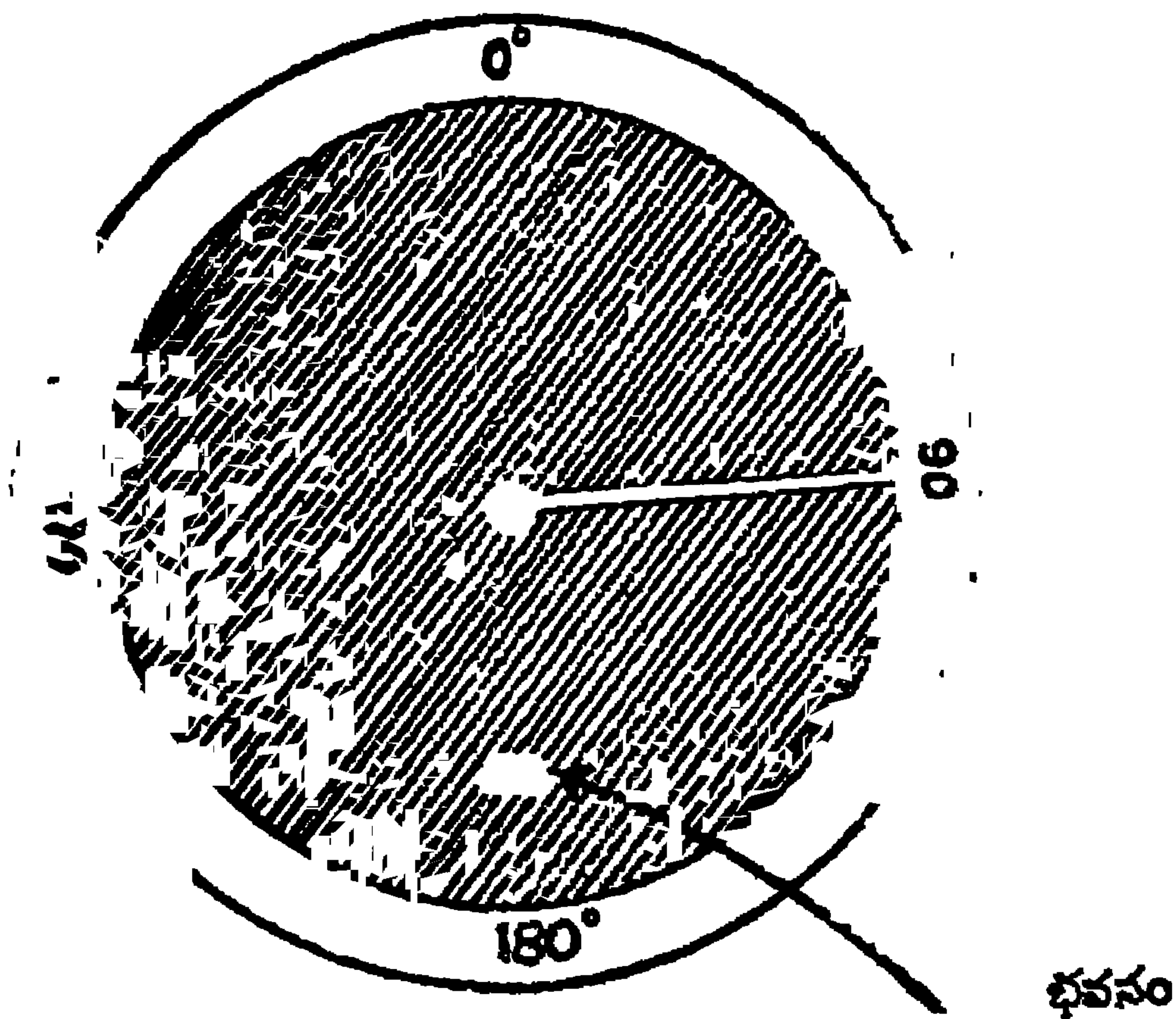
అయితే ఈ పదునైన కిరణాన్ని ఒకే దిక్కులోనికి పంపిస్తే ముందుండే దృశ్యంగురించి అట్టే వివరాలనేమీ రిసీవరుసెట్టు గ్రహించడానికి తోడ్పడలేదు. కాని విమానంలో వుండే రాడారుసెట్టులో, ఉదాహరణకి, ట్రాన్స్మిటరు యొక్క ఆకాశకం త్వరితంగా పరిభ్రమిస్తూనే వుంటుంది.అందుచేత అది విమానం కిందనున్న దృశ్యాన్ని యావత్తూ మాటిమాటి త్వరితగతిలో సూక్ష్మంగా పరిశోధిస్తూనే వుంటుంది. ఇది టెలివిజన్ ట్రాన్స్మిటరులోని కెమేరా వాల్వులో జరిగే చర్యని పోలివుంటుంది.



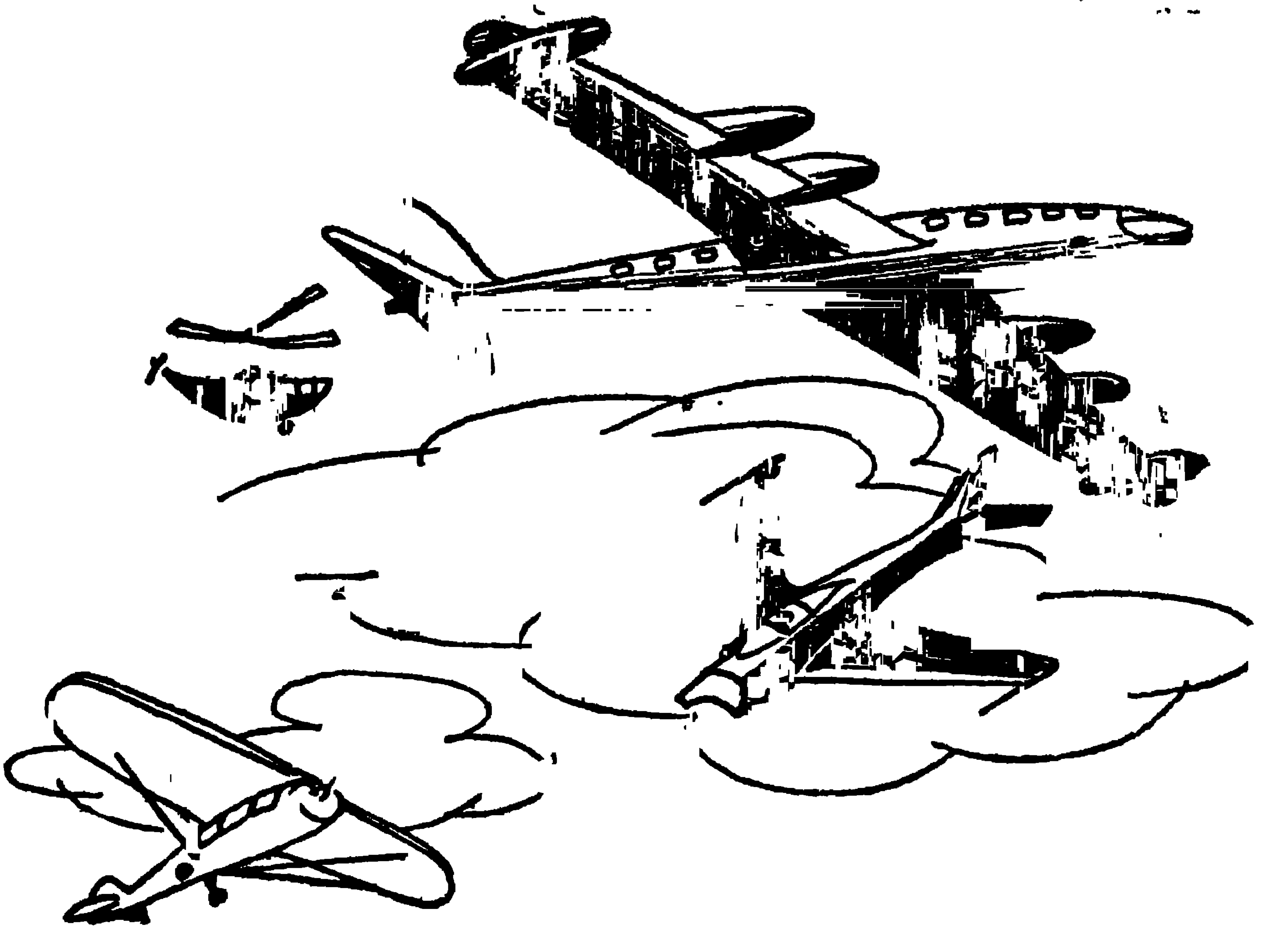
విమానం కిందనుండే ప్రదేశం బల్లపరుపుగా వుండే భూమి అనుకోండి.ఒక్కొక్క రేడియో తరంగవాహినీ బయటకు దూసుకుపోయి ఒకేవిధమైన పద్ధతిలో ప్రతిఫలనం పొందుతాయి.రిసీవరులోని క్యాతోడు-రేవాల్వులోవుండే చూసేతెర ఉపరితలం ఒకే విధమైన తేజస్సుతో ప్రకాశిస్తుంది. కాని విమానం ఒక ఎత్తయిన భవనంపైన వున్న దనుకోండి. ప్రదేశాన్ని పరిశోధిస్తున్నప్పుడు భవనంపైన గురిపెట్టి వదలిన రేడియో తరంగాలు విమానాన్ని తిరిగి చేరుకొనడానికి తక్కువదూరమే ప్రయాణం చేయవలసివస్తుంది. భవనంనుంచి ప్రతిఫలించిన ఈ వాహినులు చుట్టుపక్కల నున్న నేలమీదనుంచి ప్రతిఫలించే వాటికన్నా ముందుగానే స్వీకరణ పొందుతాయి; క్యాతోడు-రేవాల్వులోని చూసే తెరమీద కాంతిచుక్కలు ఏర్పడడానికి కారణభూత మవుతాయి. తత్ఫలితంగా ఏర్పడే చిత్రం భవనంయొక్క

అపరిష్కృతమైన 'మ్యాపు'లాగ విమానాని- దాని వుండే పరస్పర సంబంధాన్ని చూపిస్తూ కనబడుతుంది. విమానమున్న స్థావరాన్ని తెర మధ్యనున్న మచ్చ నిర్దేశిస్తుంది. అందువల్ల విమానానికి ఎంత దూరంలో కచ్చితంగా భవన మున్నదో పైలటుకి తెలుస్తుంది. అతని కిష్టమైతే ఆ భవనం మీాదనుంచి తిన్నగా అతడు పయనించవచ్చు. లేదా మళ్ళి వెళ్ళిపోవచ్చు. ఈ పరికరం విమానం పైలటుకి రాత్రిపూట ఎంత అమూల్యమైనదో మీారు గమనించగలరు. అలాగే మంచుదిబ్బలతో నిండివున్న సముద్రంలో పయనించే నౌక కెప్టనుకి ఈ పరికరం రాత్రి పూట ఎంత వుపయోగపడుతుందో కూడ గుర్తించగలరు.

ఆ విధంగానే విమానాలను గుర్తించడానికి నేలమీాద వుండే రాడార్లనుకూడా వినియోగించవచ్చు. నేల రాడారు తెరమీాద విమానం కాంతిచుక్కలాగ కనబడుతుంది. పొగమంచు ఆవరించిన వేళల్లో విమానాలు నేలపైకి సురక్షితంగా దిగడానికి తోడ్పడే విధంలో విమానకేంద్రాలు రాడార్లను వుపయోగిస్తాయి. నేలమీాదవుండే పరిశీలకుడు రాడారుసహాయంతో విమానం ఎక్కడుందో గుర్తించ గలడు. రేడియో మూలంగా పైలట్‌తో సంభాషించి విమానం దిగ డానికి సులువులు చెప్పి 'మాటలతో దింపగలడు'. దీనిని విమాన పరి భాషలో 'టాక్ ఇట్ డౌను' అని అంటారు.



విమానంలోని రాడారు తెర
ఈ విధంగా ఉండవచ్చు.



28

విమానాలు

గాలిలో పక్షులు ఎగరడాన్ని పరిశీలించడం మొదలుపెట్టిన దగ్గర్నించీ మానవులు మనం కూడా రెక్కలు కట్టుకొని ఎందుకు ఎగరకూడదని విస్మయం చెందివుంటారు. పక్షులు రెక్కల నాడిస్తూ ఎంతో సౌలభ్యంతో ఇటూ అటూ పక్షవిన్యాసం చేస్తున్నట్టు కనబడతాయి. కనుక ఏదో ఒక విధమైన కదిలే రెక్కలను కనిపెడితే మానవులుకూడా ఎగరవచ్చు ననే అభిప్రాయం ప్రాచీన భావుకుల దృష్టిలో సవ్యంగానే కనబడింది. ఏసుక్రీస్తుకి సమకాలికుడైన ఒవిడ్ అనే రోముదేశపు కవి ఒక కట్టుకథ వ్రాశాడు. అందులో ఇద్దరు వ్యక్తులు పక్షి ఈకలతో రెక్కలు తయారుచేసుకొని ఖైదునుండి ఎగిరిపోయి తప్పించుకుంటారు. రోజరు బేకన్ అనే పదమూడవ శతాబ్దపు ఆంగ్లవిజ్ఞాని శాస్త్రీయపద్ధతులలో ఆకాశయానాన్ని పరిశోధించిన వాళ్ళలో బహుశా ప్రథముడని చెప్పవచ్చు. పక్షి రెక్కల నమూనామీద నిర్మించిన పక్షచాలన యంత్ర విధానాన్ని అతడు ప్రతిపాదించాడు. కాళ్ళూ చేతుల కదలికతో రెక్కల నాడిస్తే మానవుడు ఎగరగలడని అతడు ఊహించాడు.

తరువాత, ఇతర వ్యక్తులు, అటువంటి రెక్కలను కదిలించడానికి తగినంత సత్తువ మానవకండరాలకు లేదనీ, మనిషి అలా ఎగరడం సాధ్యంకాదనీ నిరూపించారు. అయితే చాలా శతాబ్దాలదాకా మానవులు ఈ విధానాలలోనే పరిశోధనలుచేశారు. 'ఎగిరే యంత్రాల'ను విజయవంతం చేయడానికి పెట్రోలు యింజనువంటి శక్తి మూలాధారాలు అవసరమని వాళ్లు గుర్తించలేదు.



డావిన్సీ పక్షుచలనయంత్రాల్లో ఒకటి

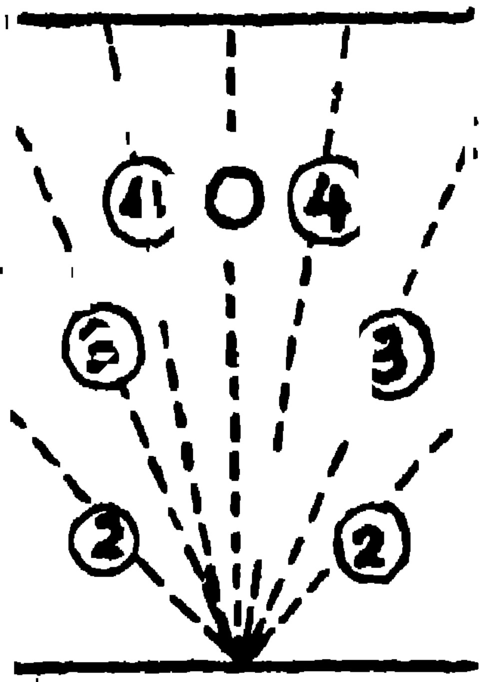
శిల్పిగా, చిత్రకారుడుగా, యింజనీరుగా, అపూర్వవిషయాలను కనిపెట్టిన వాడుగా ప్రఖ్యాతినొందిన ఇటలీదేశపు మేధావి లియోనార్డో డావిన్సీ పదిహేనో శతాబ్దంలో వివిధ రకాలైన పక్షుచలన విధానాలను రూపొందించాడు. అంతటితో ఇతడు ఊరుకోలేదు. ఆకాశయానాన్ని సాధించడానికి పరిభ్రమించే రెక్కల పరంపరను వుపయోగించాలని సూచించాడు. ఈ సూచనమూలంగా ఇతడు నాలుగువందల సంవత్సరాలకు ముందే మన ఆధునిక హెలికాప్టరు విమానాలను వూహించాడన్నమాట. వాయు విమానాల ప్రొపెల్లరును ప్రప్రథమంగా వూహించిన వ్యక్తికూడా ఈయనే అని చెప్పుకుంటారు. పారచూటుని కనిపెట్టిన గౌరవంకూడా ఈయనకే సంక్రమిస్తుంది.

పంథొమ్మిదవ శతాబ్దం ప్రారంభం కాగానే పలువురు వ్యక్తులు ఆకాశయాన విధానాలలో ఏవో ఒక రకంపైన పరిశోధనలు చేస్తున్నారు. అయితే వాళ్ళ కృషి దుర్భర ఆశాభంగాలతో కూడుకున్న సుదీర్ఘ విషాదగాథ. అల్లల్లాడే రెక్కకి బదులుగా స్థిరమైన రెక్క వుపయోగించాలనే సూత్రంమీద వాళ్ళందరూ ఇంచుమించు ఏకీభవించి ఒక నిర్ణయానికి వచ్చినా, ఆకాశయానానికి తగిన శక్తివంతమైన యింజన్లు వాళ్ళకి లభించలేదు. అంతేకాక, స్థిరత్వం, కంట్రోలు మొదలైన వాటి సూత్రాలను వాళ్లు అవగాహన చేసుకోలేదు.

గ్లయిడింగు

1800 సంవత్సరం తరువాత కొద్దికాలంలో సర్ జార్జి కేలే అనే ఇంగ్లీషు శాస్త్రజ్ఞుడు స్థిరపక్ష సిద్ధాంతాన్ని స్థాపించడానికి సహాయపడ్డాడు. ఆయన చిన్నసైజులో 'గ్లయిడర్లు' అనే జారుడు యంత్రాలను తయారుచేసి కావించిన పరిశోధనలవల్ల ఆ సిద్ధాంతస్థాపనకు వీలు

కాగితపు గ్లైడరును మడచడంలో మెట్లు

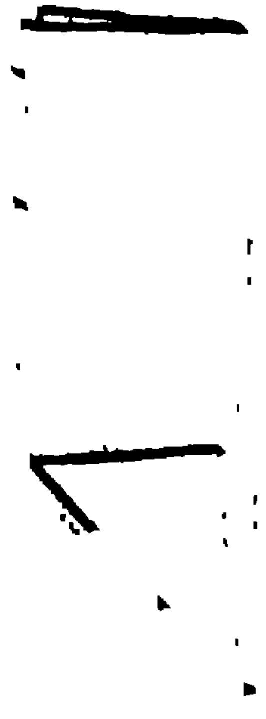


మడవ వలసిన మడుపులు

1-వ మెట్టు



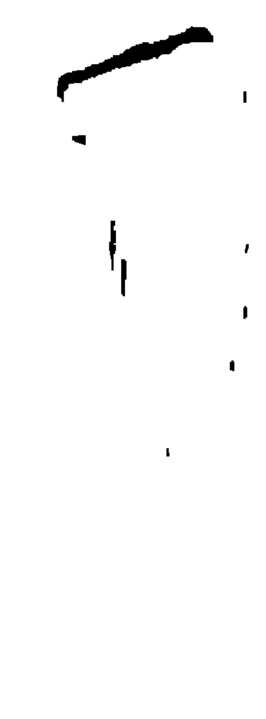
2-వ మెట్టు

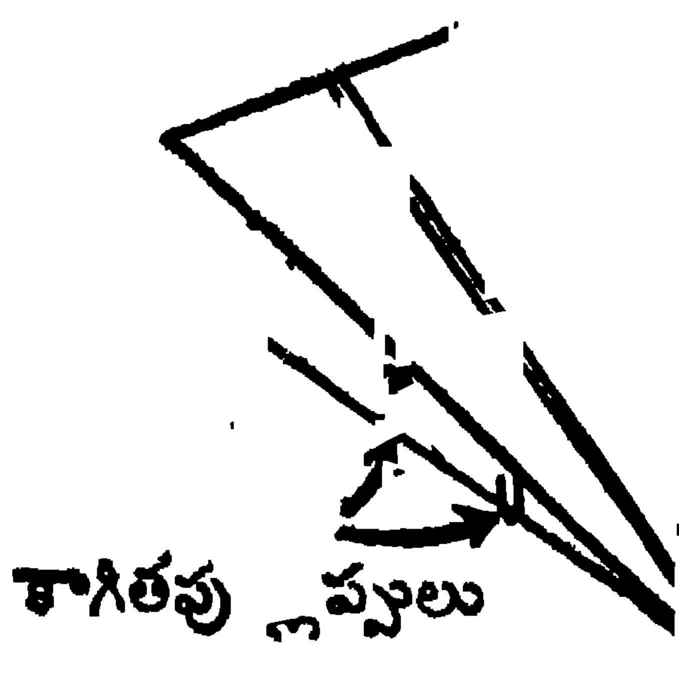


3-వ మెట్టు



4-వ మెట్టు





కాగితపు ..ప్పులు

ఏర్పడింది. 1842లో విలియం హేన్సన్ అనే వ్యక్తి ఇంగ్లాండులో ఒక రకమైన వాయువిమానంమీద 'కాపీరైటు' హక్కులను పొందాడు. ఆ విమానానికి అతడు 'ఏరియల్' అనే పేరుపెట్టాడు. దాని నిర్మాణం చాలా మొద్దుగా, అపరిష్కృతంగా వుండేది. దానిని ఆవిరియంత్రాల సహాయంతో చలింపజేయాలని ప్రతిపాదించాడు. అప్పటి కింకా అంతర్దహన యంత్రాలను కనిపెట్టలేదు. ఆయన యూరోపు దేశాలలోని వివిధ నగరాల మధ్య తన ఏరియల్ విమానాలతో నిరంతరప్రయాణ సౌకర్యాలను ఏర్పాటుచేసే కంపెనీని కూడా సంస్థాపించాడు. అయితే ఎగిరే విమానాన్ని ఒక్కటికూడా ఆయన నిర్మించలేకపోయాడు. అందుచేత చివరకు వాటిమీద పని చేయడాన్ని అతడు మానుకున్నాడు.

హేన్సన్‌యొక్క భాగస్వామి జాన్ స్ట్రింగ్‌ఫెలో మాత్రంకార్య దీక్షను విరమించుకోనలేదు. చిన్న నమూనా విమానాలతో తన సిద్ధాంతాలను పరీక్షించడం ఆయన కొనసాగిస్తూనేవచ్చాడు. 1848లో ఆయన ఒక చిన్న నమూనా విమానాన్ని నిర్మించాడు. దాని రెక్కల పొడుగు పది అడుగులు. అది ఆవిరియంత్రం సహాయాన పనిచేస్తుంది. అది నిజంగా అరవై అడుగుల మేర ఎగిరింది. నమూనా విమానాలు యాంత్రికంగా ఎగరడం ఇదే ప్రప్రథమం. దీనితో ఒక అడుగు ముందుకి వెయ్యడం జరిగింది.

అయితే చేయవలసిన దింకా ఎంతో వుంది. పెద్దపెద్ద నమూనా గ్లయిడర్లను నిర్మించడం జరిగింది. 1855 ప్రాంతంలో 'లె-బ్రిస్' అనే ఫ్రెంచిదేశపు ఓడ కెప్టెను ఒకాయన ఫర్లాంగుదూరం గాలిలో తాను ఎగరడానికి వీలైనంత పెద్ద గ్లయిడరును నిర్మించాడని చెప్పుకుంటారు. జర్మనీ దేశంలోని లిలియెంతాల్ సోదరులు, అమెరికాలోని మాంట్‌గోమరీ, చాన్యూట్ మొదలైనవాళ్ళు గ్లయిడర్లతో పరిశోధనలు కొనసాగించారు. పందొమ్మిదవ శతాబ్దం సమాప్తమయ్యేసరికి గ్లయిడింగు సర్వసామాన్యమైన విషయంక్రింద పరిణమించింది.

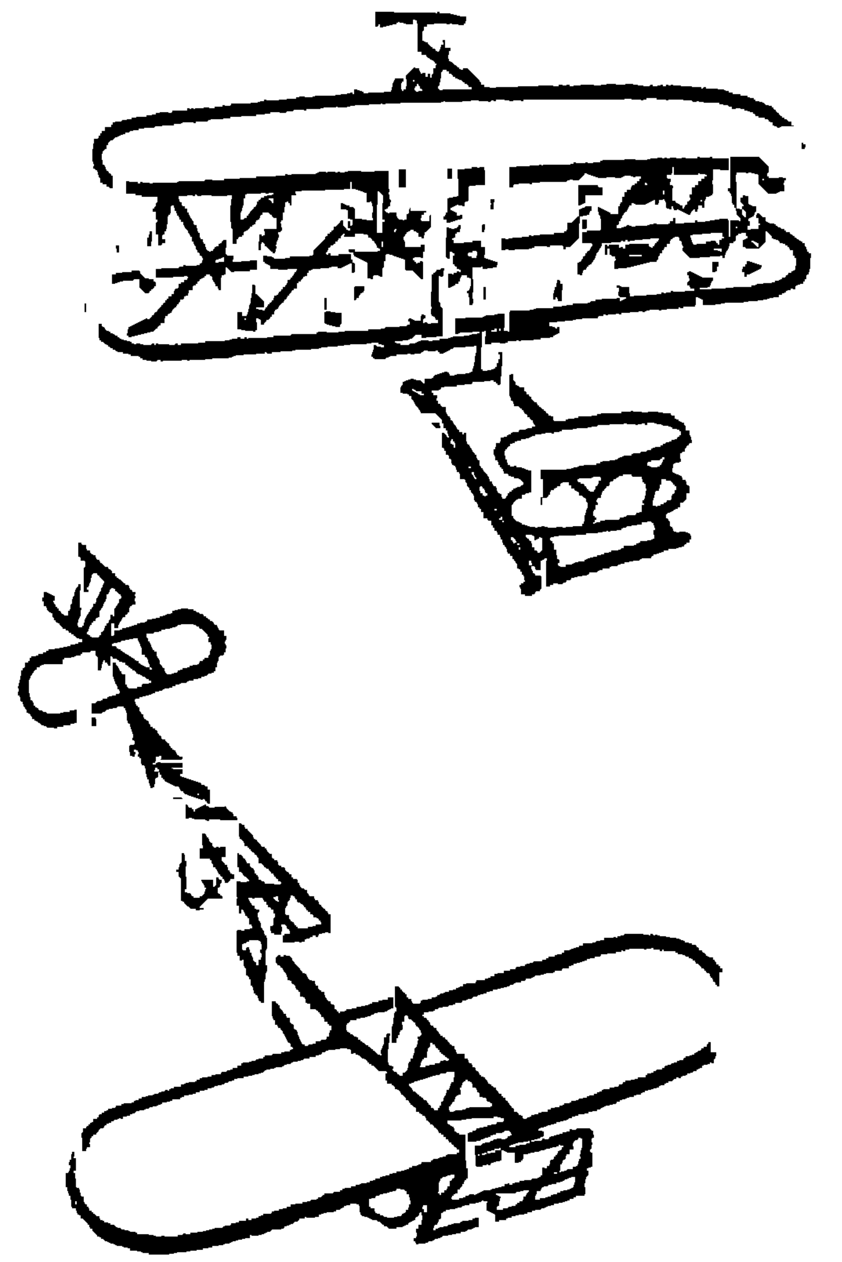
మీరుకూడా చాలా సాధారణమైన గ్లయిడరునుతయారుచేసి పరిశోధనలు చేయవచ్చు. ఈపుట మార్జిన్‌లో చూపించినట్టు ఒక కాగితాన్ని తీసుకొని, చెప్పిన పద్ధతిలో మడతలుపెట్టండి. అడుగుకొసలో రెండు కాగితం క్లిప్పులుపెట్టి గ్లయిడరు ఇటూ అటూ తూగిపోకుండా బేలన్సులో వుండేదాకా ఆ క్లిప్పులను జరపండి. ఈ జరపడంవల్ల ఎగిరేటప్పుడు వేగం తగ్గిపోవడాని వీలుండదు; ముక్కు సూటిగా కింద

పడడానికి వీలుండదు. వాయు విమానాన్ని స్వాధీనంలో వుంచుకొని నడపే సూత్రాలను వివరించడానికి ఈ కాగితం గ్లయిడరు ఎలా వుపయోగ పడుతుందో ముందు ముందు మరోచోట విశదంచేస్తాం.

యాంత్రికయానం

గ్లయిడరు కొక యింజను తగిలిస్తే అది యాంత్రిక శక్తితో పైకెగురుతుందని ఆకాశయానం గురించి కృషిచేసే వ్యక్తులల్లా కలలు కంటూనే వుండేవారు. ఇంగ్లండు దేశంలోని సర్ హీరమ్‌మాక్జిమ్, ఫ్రాంసు దేశంలోని క్లెమెంట్ అడర్, అమెరికా దేశంలో డాక్టరు శామ్యూల్ పి. లాంగ్లీ అందరూ ప్రయత్నాలు చేస్తూనే వచ్చారు. మొదటి యిద్దరూ ఆవిరియంత్రాలతో వాయు విమానాల పరిశోధనలు చేశారు. పెట్రోలు యంత్రంతో నడిచే విమానంపైన లాంగ్లీ పరిశోధనలు చేశాడు. ఈ ముగ్గురిలో, బహుశా లాంగ్లీ విజయసాన్నిధ్యంలోనికి మరింత చేరువగా వచ్చాడు. అయితే 1903లో అతడు ఆకాశయానానికి చేసిన రెండు ప్రయత్నాలూ విఫలమైనాయి.

రైటు సోదరుల కృషితో జయప్రదమైన ప్రప్రథమ విమానం



బ్లెరియో విమానం

లాంగ్లీ విఫలుడైన సంవత్సరంలోనే, రైటుసోదరులు విజయాన్ని సాధించారు. ఈ సోదరులలో ఒకరి పేరు విల్‌బర్; రెండో అతని పేరు ఆర్‌విల్. వీళ్ళిద్దరూ అమెరికా దేశపు ఓహియో రాష్ట్రంలోని డేటన్ గ్రామస్థులు. 1903 డిసెంబరు 17వ తేదీన ఉత్తర కెరోలినాలో కిట్టీహాక్ అనే ప్రదేశంలో రైటుసోదరులు నిర్మించిన వికారమైన సాధనం పెట్రోలు యింజను సహాయంతో పైకి లేచి 120 అడుగులు గాలిలో ఎగిరింది. అడ్డదిడ్డంగా వుండే ఈ విమానపు కంట్రోలు పరికరాలవద్ద ఆర్విల్ రైట్ కూర్చొని నడిపాడు. ఆ తరుణంలోనే వాళ్లు ఏళ్ళతరబడి పడిన శ్రమంతా ఫలించి ఆ యిద్దరికీ విజయ మకుటాలు లభించాయి. దానితోపాటు ఆ యిద్దరి ముందు ఎన్నో సంవత్సరాలకు పూర్వం పాటుపడి ప్రణాళికలు వేసిన వ్యక్తులందరి కలలూ, ఆశలూ ఫలించాయి.

ఆ తరువాత కొద్ది సంవత్సరాలలో వాయువిమానాల అభివృద్ధి మహత్తరవేగంతో సాగింది. 1909లో లూయీ బ్లెరియో ఇంగ్లీషు ఛానల్ మీదుగా ఎగిరాడు. దీనిదూరం 31 మైళ్ళు. ఇంచుమించు గంటకు 40 మైళ్ళ వేగంలో ఈ ప్రయాణం సాగింది. 1913లో రష్యా దేశంలో సికోర్‌స్కి నిర్మించిన 'ఏరోబస్' యంత్రాన్ని వినియోగించడం మొదలు

పెట్టారు. ఆ రోజుల్లో అదే చాలా విశాలమైన విమానం. అది మూడు వేల పౌన్ల బరువు వుండేది. దానికి నాలుగు యింజన్లు వుండేవి. పద హారుమంది ప్రయాణీకులకు చోటుండే కేబిన్‌కూడా ఆ విమానంలో వుండేది. మన ఆధునిక విమానాలతో సరిపోలిస్తే అది చాలా చిన్న విమానమే. ఇప్పటి విశాల విమానాలు రెండులక్షల పౌనులకన్నా ఎక్కువ బరువుగానే వుంటాయి. నూరుమందికి పైగా ప్రయాణీకులను వహించగలవు. గంటకు ఎన్నో వందలమైళ్ళ వేగంలో ఆధునిక విమానాలు సాగుతాయి.



షాఫ్టుమీద
ప్రొపెల్లరును పెడతారు

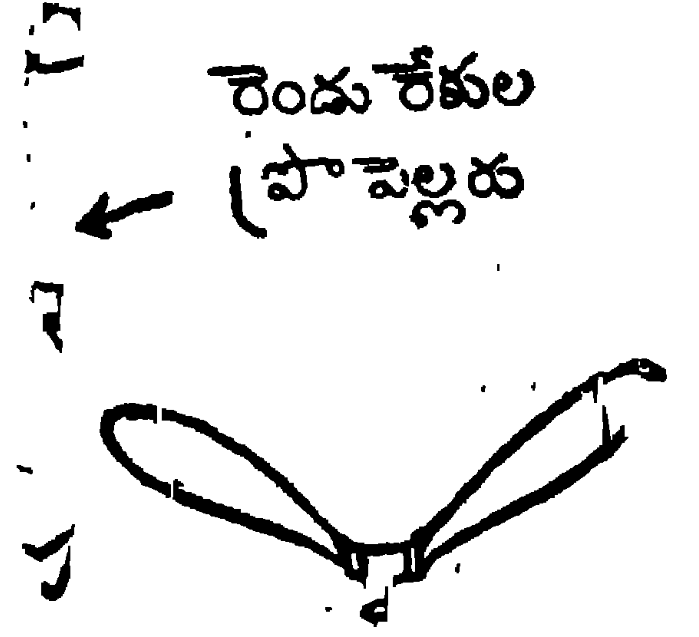
విమానాలను ఏమిటి ముందుకు నడిపిస్తుంది?

విమానం ఎగరడానికి ముందు, గాలిలో దానిని ముందుకులాగాలి. అప్పుడు ఏ గాలిలో ఆ విమానం ముందుకు దూసుకు వెళుతుందో ఆ గాలే విమానపు రెక్కల మీద పని చేసి విమానాన్ని ఎత్తడానికి సాయపడుతుంది. విమానం వాయుస్థితం లేక, 'ఎయిర్ బోర్న్' అవుతుంది.

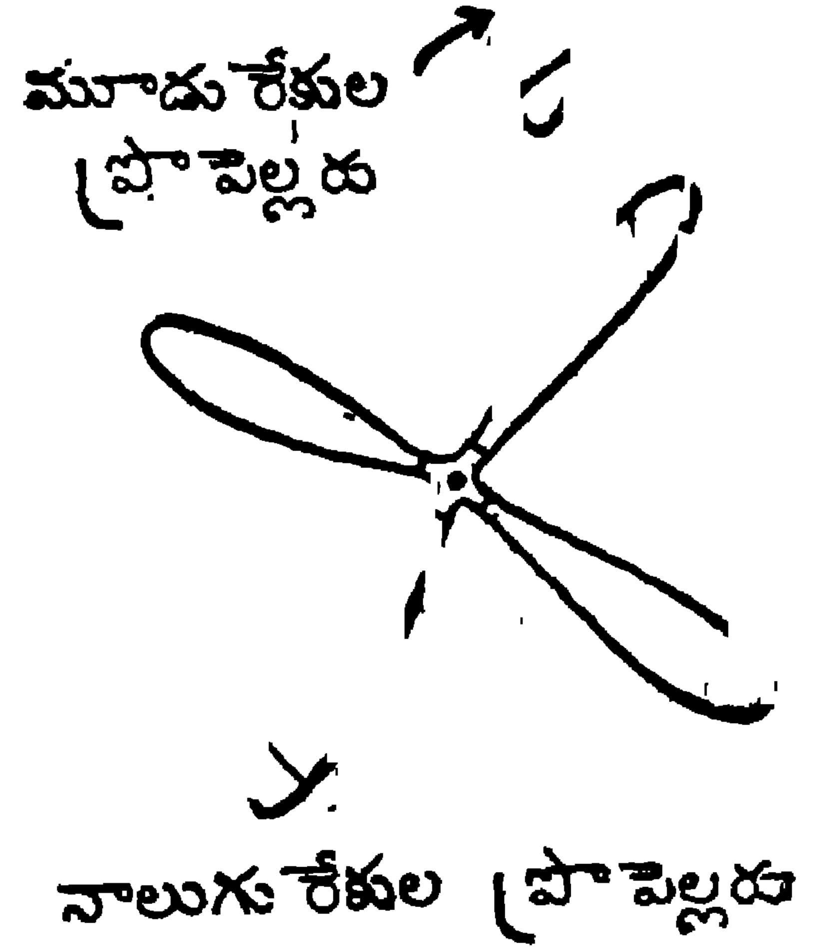
విమానం ఎలా ఎగురుతుందో బోధ పరుచుకోవాలంటే,గాలిలో దానిని ముందుకు ఎలా లాగడం సంభవిస్తుందో మొదట అవగాహన చేసుకోవా లనే అంశం స్పష్టంగా తేలిపోయింది. ఈ పనిని ప్రొపెల్లరు నిర్వర్తిస్తుంది. మోటారు కార్లలో వుపయోగించే అంతర్దహన యంత్రాలవంటి దానినే ప్రొపెల్లరును నడపడాని వాడుతారు. అయితే కొన్ని తేడాలు మాత్రం వుంటాయి. మొట్టమొదట విమాన యంత్రాలను సాధ్యమైనంత తక్కువ బరువులో నిర్మించాలి. ఎందుకంటే యంత్రాలు ఎంత తక్కువ బరువులో వుంటే అంత ఎక్కువ భారాన్ని విమానాలు వహించగలవు. అంతేకాక చాలా విమానాలలో సిలిండర్లను సరళ రేఖలో వరసగాకాక వలయాకారంలో పొందుపరుస్తారు. అటువంటి యింజనును 'రేడియల్' యింజను అంటారు. వృత్తంలోని అర్థవ్యాసాన్ని ఇంగ్లీషులో రేడియస్ అంటారు. ఇంజనును పొందుపరిచే వర్తులంయొక్క అర్థవ్యాసంలో ఒక్కొక్క సిలిండరును వుంచుతారు కనుక యిటువంటి యింజనును రేడియల్ యింజను అని పిలుస్తారు.

ఇంజను షాఫ్టుమీద ప్రొపెల్లరును అధిరోహింపజేస్తారు. అందువల్ల యింజను తిరుగుతున్నప్పుడు ప్రొపెల్లరు గిరగిరా భ్రమిస్తుంది ప్రొపెల్లరు తిరుగుతున్నప్పుడు అది గాలిమీద ప్రత్యేకమైన పద్ధతిలో పనిచేస్తుంది. అందువల్ల ప్రొపెల్లరును గాలిలో త్వరితగతిని లాగడం

జరుగుతుంది. ప్రొపెల్లరుతో యింజనూ, విమానమూ కలిసి వుండడంవల్ల దానితో బాటు విమానం యావత్తునూ గాలిలో లాగడం జరుగుతుంది. విమానాన్ని ఎగిరించడంలో ప్రొపెల్లరు తన విధిని ఎలా నిర్వర్తిస్తుందో గమనిద్దాం. ప్రతి ప్రొపెల్లరు రెంటో, మూడో, లేక నాలుగో రేకు లుంటాయి. ఒక్కొక్క రేకూ ఒక తెడ్డులాంటిదని మనం భావించవచ్చు. ప్రొపెల్లరు గాలిలో కదులుతున్నప్పుడు, అది గాలిని ఎగువకు తోడి వెనక్కి తోస్తుంది. అణువుల దృష్ట్యా ఈ చర్యని గమనిస్తే గాలి అణువులను తాత్కాలికంగా ప్రొపెల్లరు రేకుల వెనుక ఒత్తుగా కలిసికట్టుగా తోయడం జరుగుతుంది. అంటే రేకులు తోడుతున్న చర్యవల్ల వాటి వెనుక అధికవత్తిడి ప్రదేశం వుత్పన్న మవుతుంది.అందుచేత రేకుల ముందుభాగం పైన తేలికగా, వెనుకభాగం పైన గట్టిగా అణువులు దాడిచేస్తా యన్న మాట. రేకుల వెనుకభాగం పైన ఏర్పడే వత్తిడి వాటిని ముందుకు తోస్తుంది. అందుచేత ప్రొపెల్లరు విమానాన్ని గాలిలో ఈడ్చుకొంటూ పోతుంది.



రెండు రేకుల ప్రొపెల్లరు



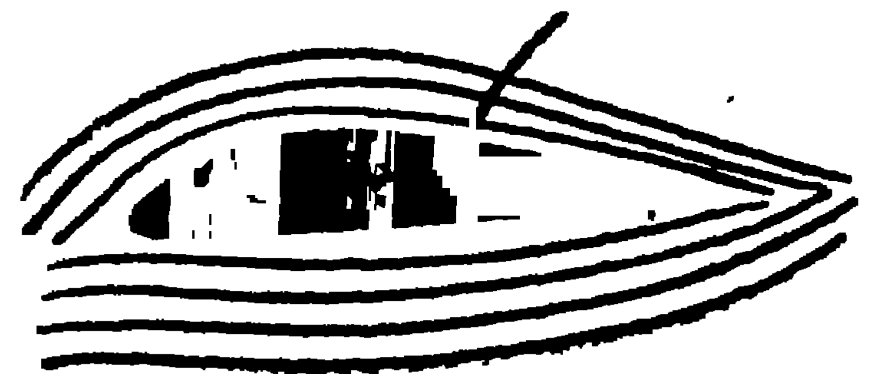
మూడు రేకుల ప్రొపెల్లరు

నాలుగు రేకుల ప్రొపెల్లరు

విమానాన్ని ఏమిటి నిలకడగా వుంచుతుంది?

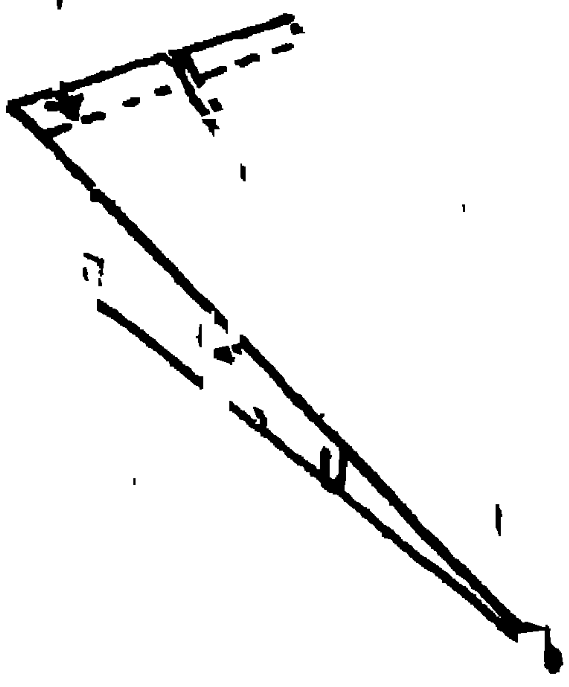
గాలిలో రెక్కలు ముందుకు సాగుతున్నప్పుడు వాటిపైన వుండే ఉత్థాపన ఫలితం లేవనెత్తే క్రియ విమానాన్ని గాలిలో నిలబెట్టి వుంచుతుంది. రెక్కలు పైభాగంలో కొద్దిగా వంపుతిరిగి వుంటాయి. ముందరి భాగంలో అవి బరువుగా వుండి, తగ్గుకొంటూ వస్తూ చివరకి సన్నని కొసగా అంతమవుతాయి. రెక్క ముందుకి సాగుతున్నప్పుడు దారిలో వుండే గాలిని అది తోసివేస్తుంది. రెక్కమీదుగా పయనించే గాలి వంపుదారిని అనుసరించవలసి వస్తుంది. ఈ వంపుదారి పెద్దది కనుక గాలి అణువులు ఆచరణలో కొద్దిగా విస్తరించవలసి వుంటుంది. అంటే సూటిగా రెక్కపైన వుండే గాలి అణువులు కొద్దిగానే వుంటాయి,గాని సూటిగా రెక్కకింద మాత్రం ఎక్కువ గాలి అణువులు వుంటాయి. ఏ వుపరితలం

రెక్కపైనా, దిగువా కూడ గాలి ప్రవహిస్తుంది.



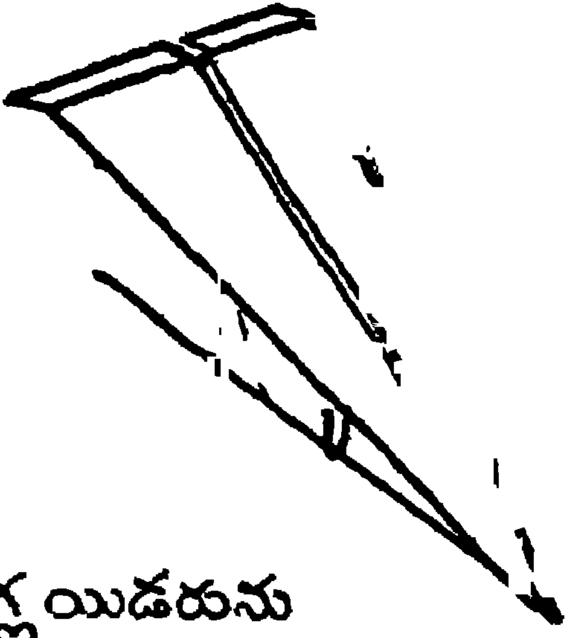
పైన నైనా వుండే గాలివత్తిడిని ఆ వుపరితలంపైన వుండే గాలిఅణువుల సంఖ్యనుబట్టి నిర్ణయించడం జరుగుతుంది. రెక్క వుపరితలం కింద ఎక్కువ గాలి అణువులు వున్నాయి కాబట్టి రెక్కక్రింది గాలివత్తిడి మీాద ఉన్నదానికన్నా ఎక్కువ. అంటే గాలిలో ప్రయాణం చేస్తున్నప్పుడు రెక్కలపైన ఎగువ త్రోపుడు వుంటుంది. ఇదే విమానాన్ని ఉత్థాపనస్థితిలో వుంచడానికి వుపకరిస్తుంది.

ఇక్కడ అంచులు వంచండి



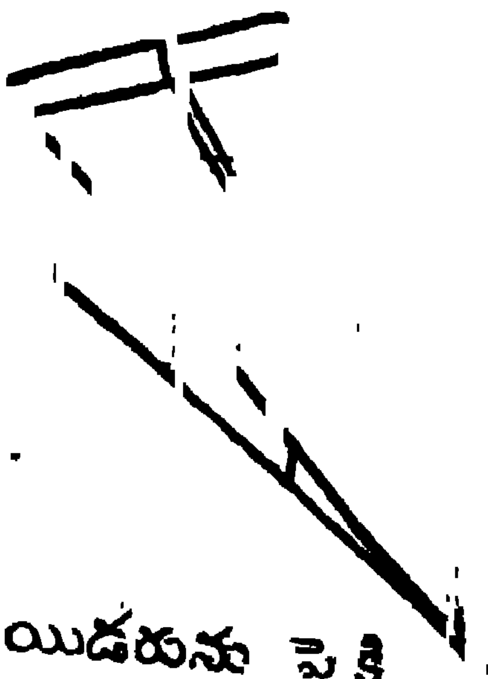
విమానాన్ని ఎలా తిప్పుతారు?

విమానం కుడివైపో, ఎడమవైపో మాత్రమే కాక కిందికీ మీాదికీ కూడా వెళ్ళడానికి దానిని తిప్పుతూ నడపాలి. విమానం రెక్కలలోనూ, తోకలోనూ వుండే కదిలేకంట్రోలు తలాల సాధనంతో ఈ నడపడం వీలవుతుంది. ఈ కంట్రోలు తలాలను లఘుపక్షాలూ, ఉత్థాపకాలూ, రడ్డరూ అంటారు.



ఇది గ్లయిడరును డైవ్ చేస్తుంది

విమానం ఎగురుతున్నప్పుడు దానిని నిలకడగా బ్యాలన్సులో వుంచడానికి విమానం తోకలో ఒక పొలుసూ, రెండు స్థిరత్వజనకాలూ వుంటాయి. ఈ స్థిరత్వ జనకాలకి రెండు కదిలే తలాలను తాపడం చేస్తారు. వీటిని ఉత్థాపకాలు, లేక ఎలివేటర్లు అంటారు. పైలట్ దండాన్నో, చక్రాన్నో తిప్పినప్పుడు ఈ ఉత్థాపకాలు కిందికీ మీాదికీ కదులుతాయి. అవి కిందికి కదిలినప్పుడు వాటికింద గాలివత్తిడి పైభాగంలో కన్నా ఎక్కువ వుంటుంది. తత్ఫలితంగా విమానంతోకకి ఎగువ త్రోపుడు వస్తుంది. అంటే విమానం అధోముఖమై క్రిందకు ముక్కుతో డైవ్ చేస్తుంది. అలా కాకుండా ఉత్థాపకాలను పైకి కదిలిస్తే విమానం తోకకి దిగువ త్రోపుడు వచ్చి విమానం పైకి ఎక్కుతూ వుంటుంది.

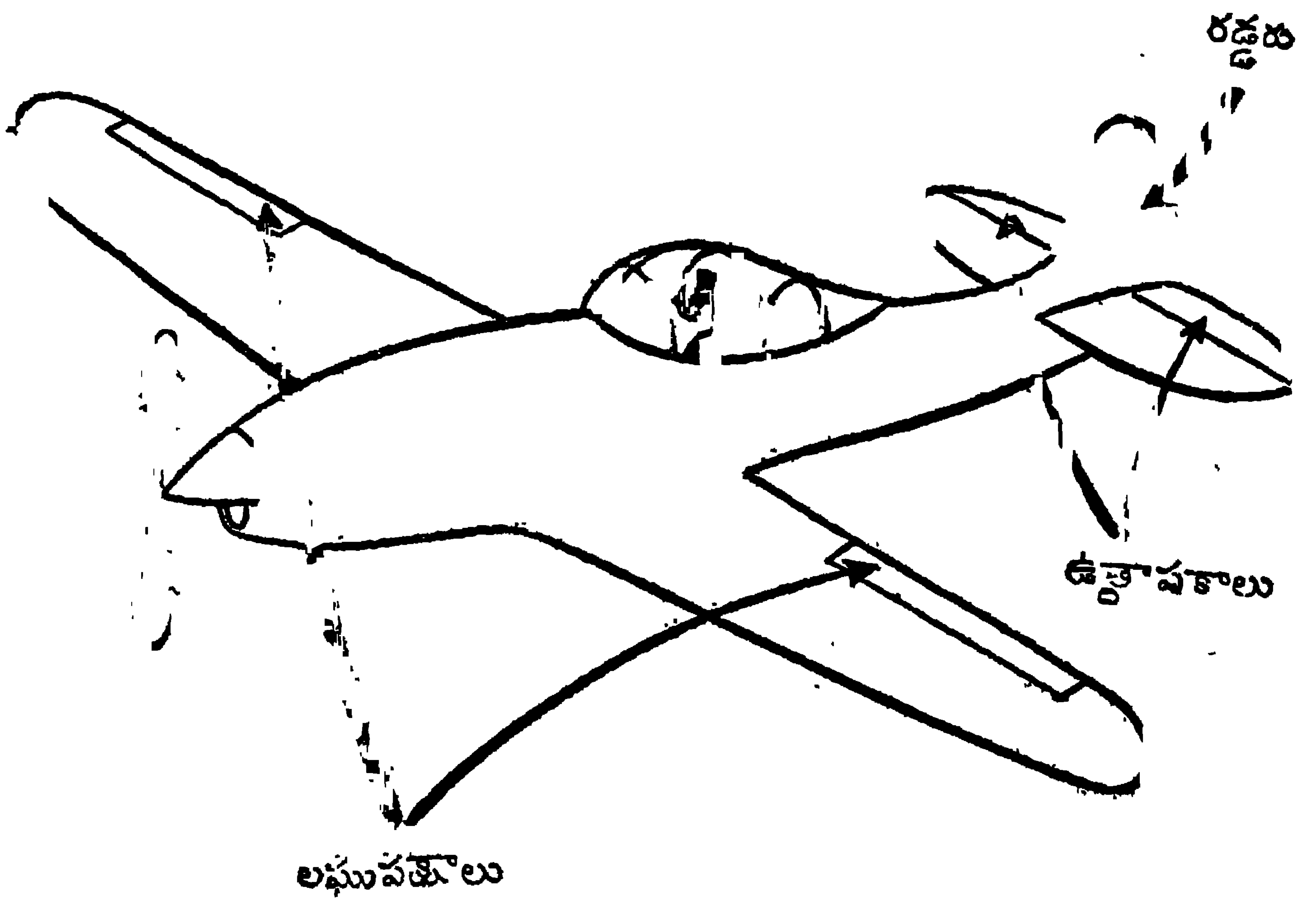


ఇది గ్లయిడరును పైకి వెళ్ళనిస్తుంది

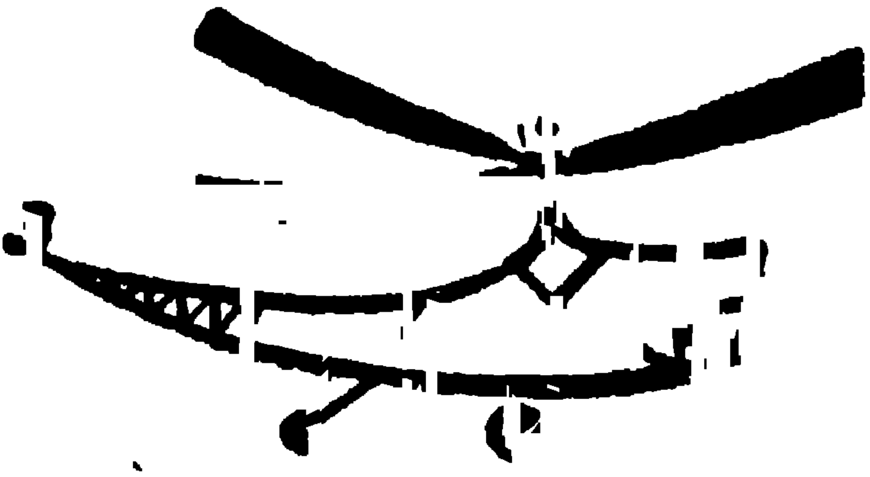
ఈ చర్యలను మీారు మీా కాగితం గ్లయిడరుతో ప్రత్యక్షంగా ప్రదర్శించవచ్చు. ఈపుట మార్జిన్‌లో చూపినట్లు రెక్కల వెనుకభాగపు అంచులను కిందికి వంచి ఇది గ్లయిడర్‌ను ఎలా డైవ్ చేయిస్తుందో చూడండి. తరవాత అంచులను పైకి వంచి అది గ్లయిడరు ముక్కుని ఎలా పైకి వెళ్ళనిస్తుందో గమనించండి.

లఘుపక్షాలు, లేక ఆలెరన్సు అనేవి రెక్కల వెనుకభాగంలో చలించే భాగాలు. ప్రతి రెక్కలోనూ ఒక లఘుపక్షం వుంటుంది. రెండింటినీ కప్పీలతోను, తీగెలతోనూ కలుపుతారు. ఒకటి కిందికి కదిలినప్పుడు రెండవది పైకి కదులుతుంది. ఇవి విమానం ఒక పక్కకి ఒరగడానికి సదుపాయం కలిగిస్తాయి. ఇది చాలా ముఖ్యమైన విన్యాసం. అందులోకీ ఒక ప్రక్కకి మళ్ళడంలో ప్రత్యేకమైనది. ఒక లఘుపక్షాన్ని మీదికి ఎత్తినప్పుడు దాని పైభాగంలోవుండే గాలి వత్తిడి రెక్కను కిందికి అదుముతుంది. అదే సమయంలో రెండవ లఘుపక్షం కిందికి కదిలి దాని రెక్క పైకి లేవడం జరుగుతుంది. ఆ విధంగా విమానం ఎడమకో, కుడికో, లఘుపక్షాలను ఏ దిక్కులో త్రిప్పారో ఆ దిక్కుని అనుసరించి ఒక చుట్టు తిరుగుతుంది.

విమానాన్ని మళ్ళించడానికి రడ్డరు వుపయోగపడుతుంది. పైలట్ కాళ్ళకింద పెడల్సుని తొక్కుతున్నప్పుడు రడ్డరును కుడివైపుకో, ఎడమవైపుకో కదుపుతాడు. అతడు దానిని కుడివైపుకి కదిపితే దాని మీదుండే గాలివత్తిడి విమానంతోకని ఎడమవైపు కదుపుతుంది.



ఈ చర్య లఘుపక్షాల కదలికతో కలిపితే విమానం ఒకపక్కకి వంగి మళ్ళడానికి ఆస్కారముంటుంది. రడ్డరు ఒక్కటే కంట్రోలు చేస్తూ మళ్ళించడం చాలా కష్టం. తోకని ఇటుపక్కకో, అటుపక్కకో తిప్పడానికి రడ్డరును వాడినా విమానంయొక్క ముందుగమనం దానిని అదే దిక్కులో వెళ్ళనిస్తూ వుంటుంది. అంటే మళ్ళేలోపున విమానం వెళుతున్న దిక్కులోనే కొంతదూరం ఒరుసుకుంటూ ముందుకు జేకి తరవాత తిరుగుతుంది. అయితే అదేసమయంలో విమానాన్ని లఘు పక్షాల సాయంతో ఒక పక్కకి వంచితే విమానం యావత్తూ సులువుగా తిరుగుతుంది.



పెద్ద విమానాలలో కంట్రోలు తలాలను స్వయంగా కదిలించేటంత సత్తువ పైలట్‌కు వుండదు. అవి చాలా పెద్దవిగా వుంటాయి. వాటిని కదిలించడానికి ఎంతో ప్రయత్నం అవసరమవుతుంది. అందుచేత ఎలెక్ట్రిక్ మోటార్లనో, అటువంటివాటినో వుపయోగిస్తారు. మోటార్లను నడిపించే కంట్రోళ్ళను పైలట్ తిప్పుతూ వుంటాడు. తరవాత అవి లఘుపక్షాలనూ, ఉత్థాపకాలనూ, రడ్డరునూ కదుపుతూవుంటాయి.

హెలికాప్టరు

నాలుగువందలేళ్ళకిందట లియోనార్డోడావిన్సీ ప్రతిపాదించిన హెలికాప్టరు పరిభ్రమించే రెక్కలున్న యంత్రం. ఇది మూడో, నాలుగో రేకలున్న 'ప్రొపెల్లరు'ను విమానం పైభాగంలో గిరగిరా తిప్పుతూ దానివల్ల విమానానికి ఉత్థాపకశక్తిని కలిగిస్తుంది. రేకలను కొద్దిగా కదిలించడంవల్ల అవి రెండోప్రక్కకన్నా ఒక ప్రక్కనే ఎక్కువ ఉత్థాపకశక్తినిస్తాయి. ఈవిధంగా కంట్రోలు చేస్తారు. ఉదాహరణకి రేకలను ముందుకి వంచితే హెలికాప్టరుని ముందుకి తోయడం జరుగుతుంది. అయితే రేకలను వంచకపోతే హెలికాప్టరు ఎటూ సాగకుండా గాలిలో స్థిరంగా తేలుతూ వుంటుంది.

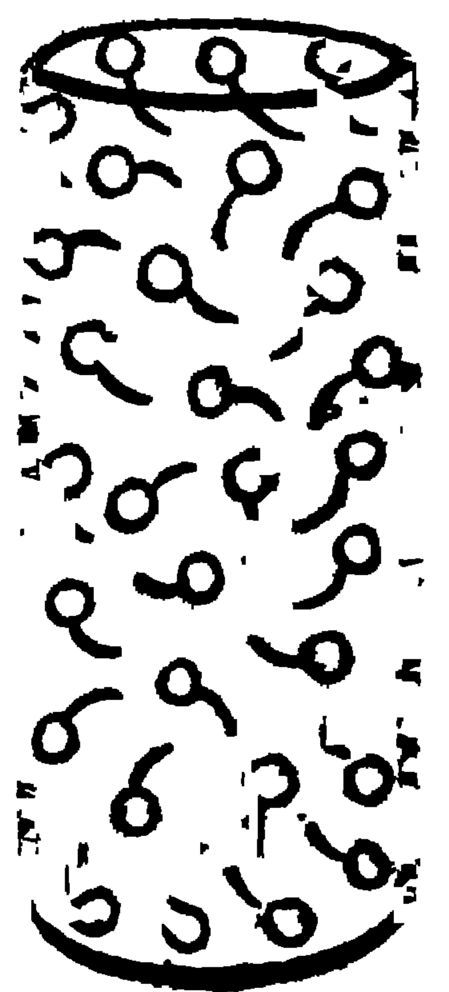


29

రియాక్షన్ ఇంజన్లు

ఇంచుమించు రెండువందలాడెబ్భయి సంవత్సరాలకిందట సుప్రసిద్ధ ఆంగ్లేయ శాస్త్రజ్ఞుడు సర్ ఐసాక్ న్యూటన్ "ఏ క్రియకైనను సమానమును, విరుద్ధమును నగు ప్రతిక్రియ యుండును" అని సూత్రీకరించాడు. (క్రియ అంటే యాక్షను; ప్రతిక్రియ అంటే రియాక్షన్) ఈ ప్రాథమిక భౌతిక ధర్మాన్ని ఋజువుచేస్తూ నిముషానికి ఎన్నోమైళ్ళ వేగంలో ఆకాశంలో విజృంభించి విహరించే జెట్ విమానాలనూ, రాకెట్టులనూ చూస్తే అందరికన్నా ఎక్కువగా న్యూటన్ విజ్ఞానే ఆశ్చర్యపోతాడు. ఈ విమానాలలో వుపయోగించే జెట్ యింజను 'రియాక్షను' యింజను; రియాక్షను విమానాన్ని గాలిలో లాగుతుంది. రియాక్షనే రాకెట్లను రోదసిలోనికి పంపిస్తుంది.

రియాక్షనంటే ఏమిటి?



మూతవేసిన డబ్బాలాంటి పొడుగాటి గొట్టంలో, అధికంగా సంపీడనం పొందిన గాలిని నింపితే గాలి అణువులు అన్నివైపులా, గొట్టం అడుగునీ, మూతనీకూడా దాడిచేస్తాయి. ఈ గొట్టం కదలడాని కేవిధంగానూ ప్రయత్నించదు. ఎందుచేతనంటే దాని రెండుకొసలనీ ఒకే లెక్కలోనున్న అణువులు దాడిచేస్తూ వుంటాయి.

కానైతే మనం గొట్టపు ఒకకొసని తొలగిస్తే గొట్టం కదలడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. కదలిక మూసివేసిన కొనదిక్కులో వుంటుంది. తెరచిన దిక్కులో ఢీకొనడానికి గాలి అణువుల కేదీ కనిపించక పోవడమే అవి మూసిన కొసవైపు కదలడానికి కారణం. అందుచేత అవి కొద్దిసేపు మూసిన కొసని దాడిచేస్తూ వుంటాయి. ఈ దాడి గొట్టాన్ని కదిలించడానికి ప్రయత్నిస్తుంది. అంటే గొట్టం కొసని దాడిచేస్తున్న అణువుల యాక్షను గొట్టం కదలిక అనే రియాక్షనును వుత్పత్తి చేస్తుంది.

వాస్తవానికి గాలి మరీ తొందరలో బయటకు తప్పించుకుంటుంది. కనుక కదలిక చాలా కొద్దిగా వుంటుంది. కాని గొట్టంలో అధిక వత్తిడిని వుంచడానికి సాధ్యమైతే, మూసిన కొసని దాడిచేస్తున్న అణువులవల్ల దానిని ముందుకు త్రోయడం కొనసాగుతూనే వుంటుంది. రియాక్షను యింజనులో సరిగ్గా ఇదే జరుగుతుంది. అధిక వత్తిడిని కాపాడడానికి యింధనాలను జ్వలింపజేస్తారు. తత్ఫలితంగా నిలకడగా వుండే త్రోపుడు ఏర్పడుతుంది.

దోసకాయ ఆకారంలో వుండే సాధారణమైన రబ్బరు బెలూనుతో మీరు ఒకరకమైన రియాక్షను యింజను తయారుచేయవచ్చు. బెలూనును బాగా వూది అరచేతిమీద పెట్టుకొని బెలూన్ నోరు వదిలిపెట్టండి. ఈ ప్రయోగాన్ని నివాసపుగదుల్లోగాని, సామానులుండే ఇతరచోట్లగాని చెయ్యకుండావుంటే మంచిది. బెలూను తగిలి ఏమైనా కిందపడవచ్చును. బెలూను ఎగిరి కొద్దిక్షణాలసేపు చాలా తొందరగా గాలి దానిలోంచి బయటకు పోయేదాకా చుట్టూ తిరుగుతూనే వుంటుంది. దాని నోట్లోంచి గాలి బయటకు పోతున్నందువల్ల బెలూన్ కదలడం లేదని గుర్తుపెట్టుకోండి. సంపీడనం పొందిన గాలి అణువులు బెలూన్‌లో మూసిన కొసని దాడిచేస్తున్నందువల్లనే అది కదులుతుంది. ఆ అణువులు బెలూనును ముందుకు తోస్తాయి.



రెండు రకాల
రియాక్షను యింజన్లు

రియాక్షను యింజనులు రెండురకాలు. అవి ప్రాథమికంగానే వొకదానితో వొకటి వ్యతిరేకిస్తాయి. ఇతర యింధనాలతోబాటు ఆమ్లజని సప్లయినికూడా అవి వహిస్తాయా లేదా అన్న విషయంపైననే ఈ తేడా ఆధారపడి వుంటుంది. ఏ యింధనమైనా జ్వలన మొందాలంటే ఆమ్లజని అవసరమనే సంగతి మీకు గుర్తు వుండే వుంటుంది. మొదటిరకం రియాక్షను యింజనును 'రసాయనిక యింధనాల రియాక్షను యింజను' లేక రాకెట్టు అని పిలుస్తారు. ఇది దానికి కావలసిన ఆమ్లజని సప్లయిని తనతోబాటు తీసుకువెళుతుంది. రెండవ రకం రియాక్షను యింజనును వాయుప్రవాహపు ఇంజను అంటారు. ఇది కావలసిన ఆమ్లజని సప్లయికి వాయువుమీదనే ఆధారపడుతుంది.

రసాయనిక ఇంధనాల
రియాక్షను యింజను

రసాయనిక యింధనాల రియాక్షను యింజనుకు తారాజువ్వ లాంటి ఆకాశపు రాకెట్టే అందరికీ తెలిసిన చక్కని ఉదాహరణ. ఇది తనకు కావలసిన ఆమ్లజనిని, తుపా మందులాంటి రసాయనిక సమ్మేళనంలో బంధింపబడిన గాలిఅణువుల రూపాన తీసుకొనిపోతుంది. గంధకం, కర్బనం, పొటాసియంనైట్రేటుల సమ్మేళనంవల్ల తుపా మందుని తయారుచేస్తారు. పొటాషియంనైట్రేటుయొక్క రసాయనిక సూత్రాన్ని KNO_3 అంటారు. దీని ప్రతివొక్క అణువులోనూ ఒక పొటాసియం పరమాణువూ, ఒక నత్రజని పరమాణువూ, మూడు ఆమ్లజని పరమాణువులూ వుంటాయి. తుపాకిమందుని ముట్టించినప్పుడు ఆమ్లజనీ, కర్బనం కలసి కార్బన్‌డయాక్సయిడును వుత్పత్తిచేస్తాయి. అంతేకాక పొటాసియంనైట్రేటు అణువులు విచ్ఛిన్నంపొంది నత్రజనికి విమోచనం కలుగుతుంది.

కార్బనుడయాక్సయిడూ, నత్రజనీ రెండూ వాయువులే. వాటి అణువులు తొందర తొందరగా కదులుతాయి. రాకెటుగొట్టంలోని పరిమిత ప్రదేశాన్ని అవి దాడిచేస్తూవుంటాయి. సిలిండరు వెనుక కొన

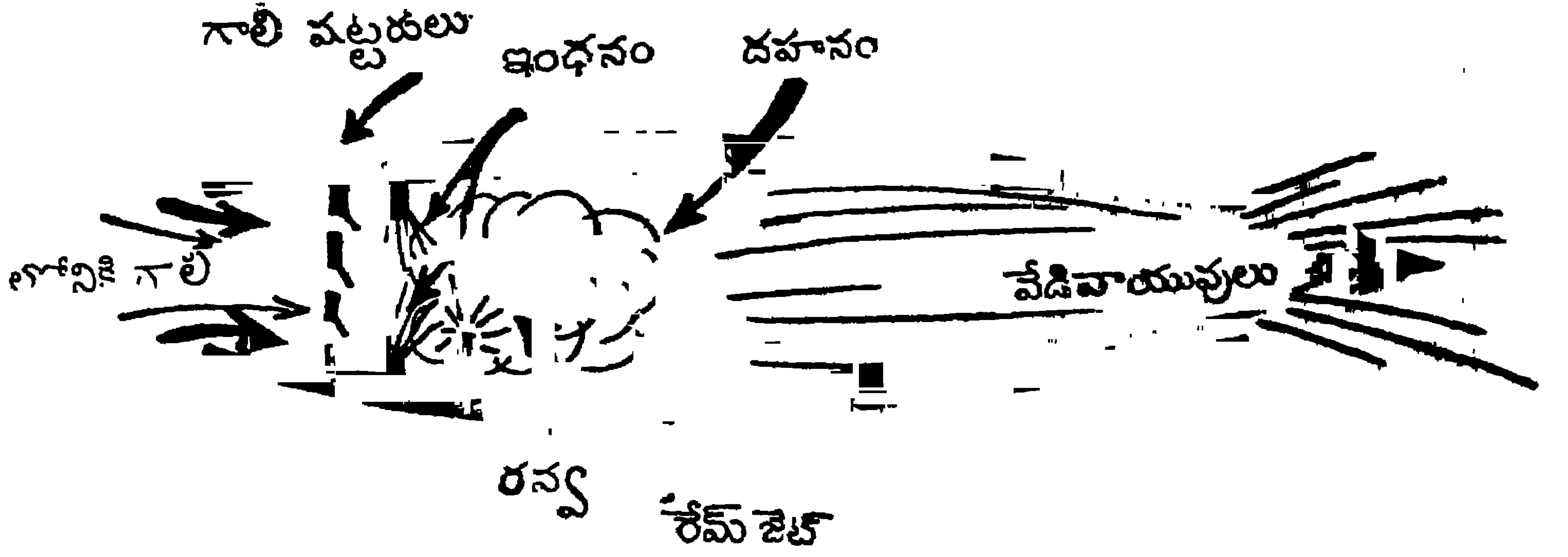
తెరచే వుంటుంది కనుక ఆ కొసలోంచి అణువులు బయటకు స్వేచ్ఛగా ఎగిరిపోగలవు. అందుచేత సిలిండరులోని మూసిన కొసని దాడిచేసే అణువుల యాక్షను రాకెట్‌ను ముందుకు త్రోసే రియాక్షనును వుత్పత్తి చేస్తుంది. ఈ త్రోపుడునే పీడనం అంటారు.

ఇది యింకా విపులంగా అర్థమవాలంటే, రాకెట్ సిలిండరులో మూసిన ముందుభాగంవైపు త్వరగా దూసుకుపోతున్న ఒకేఒక అణువుని పరిశీలిద్దాం. అది మూసిన ముందుభాగాన్ని ఢీకొని వ్యతిరిక్త దిశలోనికి త్రుళ్లుతుంది. ఈ అణువు ఆవిధంగా సిలిండరుని స్వల్పంగా ముందుకు తోస్తుంది. సిలిండరు వెనుకభాగం కూడ మూతపడివుంటే ఆ అణువు వెనుకభాగాన్ని కూడా ఢీకొని సిలిండరును కొంచెం వెనుకకు తోసివుండేది. ఈ రెండు పీడనాలు సరిసమానంగావుండి, సిలిండరు కదలడానికి ఏవిధమైన ప్రయత్నం చేయదు. కాని, వెనుకభాగం తెరచుకొనే వుండడంవలన, సిలిండరుని ముందుకి తోసేక ఆ అణువు రాకెట్ సిలిండరులోనుంచి ఊరికే బయటకు ఎగిరిపోతుంది. కోటానుకోట్ల అణువులు యిదే పని చేస్తున్నాయన్న సంగతిని వూహించుకోండి. ఇప్పుడు ఈ కోటానుకోటి అణువులు ముందుకు దూసుకొనిపోయి సిలిండర్ల ముందు భాగాన్ని ఢీకొని దాడిచేసి రాకెటుకు చాలా శక్తివంతమైన పురోపీడనం కలిగించే దృశ్యాన్ని మీరు చక్కగా చూడగలరు.

తరువాతి ప్రకరణంలో రాకెట్లను వివరంగా పరిశీలిద్దాం. గాలిలో వందలకొద్దీ మైళ్ళ ఎత్తుకి మానవులు అప్పుడే రాకెట్లను పంపించారు. బహుశా అచిరకాలంలోనే రాకెట్ యింజన్లతో నడిచే రోదసీనౌక మానవులను చంద్రలోకాని, అంగారకలోకాని, ఇతర గ్రహాల తీసుకొని వెళ్ళవచ్చు.

వాయుప్రవాహపు రియాక్షను యింజన్లు

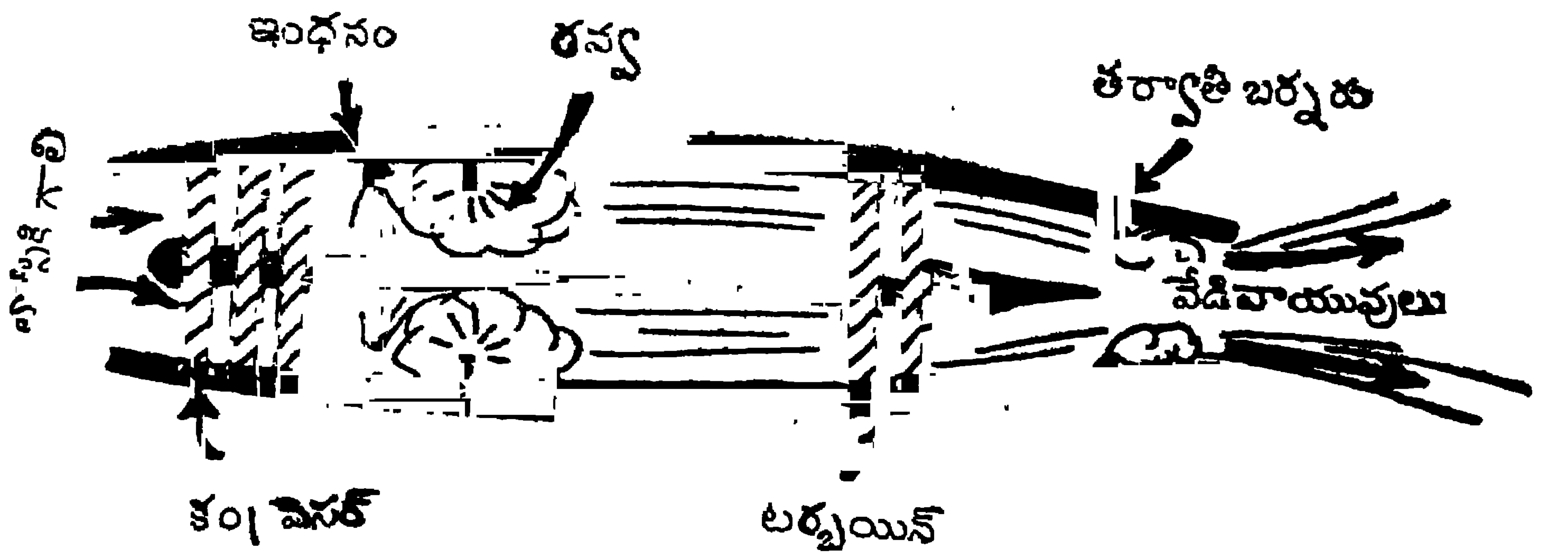
వాయుప్రవాహపు రియాక్షను యింజన్లలో జెట్, రేమ్‌జెట్, టర్బోప్రాప్‌జెట్ అనే మూడురకాలున్నాయి. అన్నింటిలోనూ



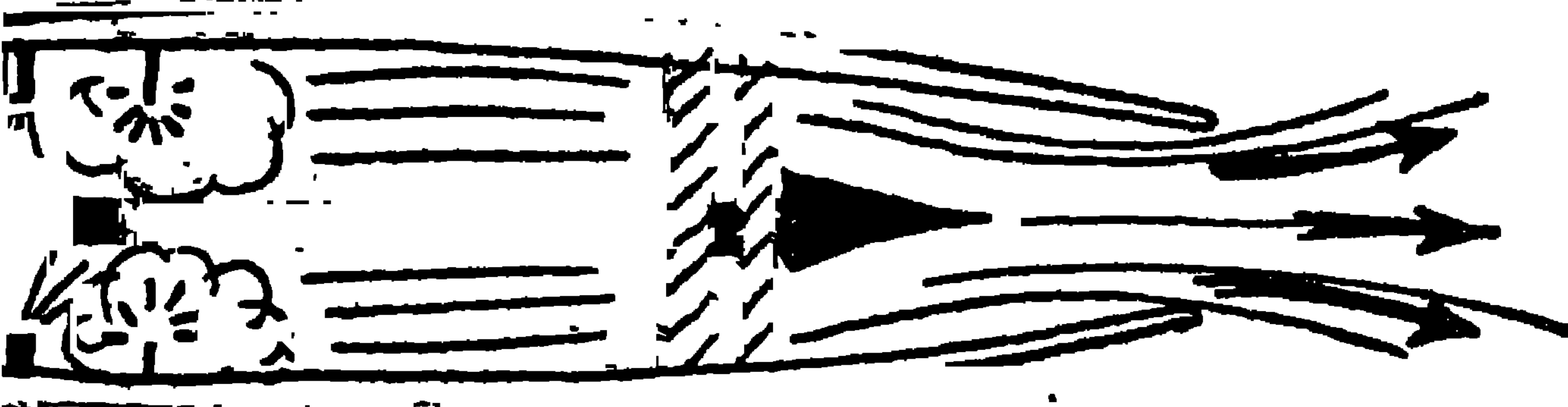
రేమ్ జెట్

యింధనాలను జ్వలించడానికి కావలసిన ఆమ్లజనిని చుట్టుప్రక్కలనున్న గాలిలోంచి తీసుకొనడం జరుగుతుంది.

ఇడియగొట్టే రేమ్ జెట్ ఈ మూడింటిలోనూ చాలా సులభమైనది. ముఖ్యంగా ఇది గాలిపట్టరులున్న పొడుగాటి గొట్టం. దీనిలో యింధనాలను జిమ్మే విధానమూ, ముందరి భాగంలో ఒక్క స్పార్కు ప్లగ్గూ వుంటాయి. మహత్తర వేగంలో ఈ రేమ్ జెట్ ముందుకు సాగుతూ వున్నప్పుడు, ఆ కదలిక గాలిని యిడియగొట్టి ప్రవేశపు కొస లోనికి జొరబెడుతుంది. ఆ గాలిలోనికి యింధనాలను జిమ్మిన తరువాత రవ్వ దానిని జ్వలింపజేస్తుంది. ఈ దహనం అధికవత్తిడిని వుత్పత్తి చేస్తుంది. దీనివలన గాలిపట్టర్లు తాత్కాలికంగా మూసుకొంటాయి. అధికవత్తిడిలోని ఏ కొద్దిభాగమూ ముందరి భాగంలోనుంచి తప్పించుకొని పోలేదు. అందుచేత అధికవత్తిడి వాయువులు గొట్టపు వెనుక భాగంలోనుంచే దూసుకొనిపోవాలి. అధికవత్తిడిని ముందరి భాగంలో ఆపడంవల్లా, వెనుక భాగంలో దానికి విముక్తి ఇవ్వడంవల్లా అది రేమ్ జెట్టును ముందుకు నడుపుతుంది. అధిక వత్తిడి హరించుకుపోయిన



టర్బో జెట్



ద   టర్బోప్రాప్

వెంటనే పురోగమనం గాలిపట్టర్లను తెరచి గాలి అధికంగా లోనికి ప్రవేశించడానికి ఆస్కారముంటుంది. మరొకసారి దహనం సంభవిస్తుంది. ఈ చర్యలు మాటిమాటి పునరావృత్తి పొందుతూ వుంటాయి.

జెట్లు, టర్బోజెట్లు యింజన్లు ఇంకా సంతృప్తికరమైన విమానాలు. అవి పీడనాన్ని, లేక త్రోపుడుని సమపాళంగా సరఫరా చేస్తాయి కనుక అవి మంచివి. రేమ్‌జెటు గట్టి పీడనాల పరంపరని సప్లయిచేస్తుంది గాని రెండు త్రోపుళ్ళమధ్య శక్తిలేని కదలికలుంటాయి. జెట్‌యింజను కూడా పొడుగాటి గొట్టంలాగే వుంటుంది. దానిలో పరిభ్రమించే యంత్రపరికరా లుంటాయి. ఇవి దహనపుగదిలోనికి గాలిని తోడుకొంటాయి. పరిభ్రమణ పరికరాలలో వెనుకను ఒక టర్బయిను వుంటుంది. దీనిని ఒక షాఫ్టుతో కంప్రెసరురోటరుకి కలుపుతారు. ఈ కంప్రెసరు రోటరు నిలకడగా గాలిని దహనపు ఛేంబరులోనికి తోడుకొంటుంది. సంపీడనం పొందిన గాలిలో యింధనాలను నిరంతరం చిమ్ముతూవుంటుంది. ఇది నిలకడగా వున్న జ్వాలను జ్వలింపజేస్తుంది. ఆ విధంగా దహనపు ఛేంబరు నిరంతరం వేడిగా వుండే అధికవత్తిడి వాయువుతో నిండివుంటుంది. గొట్టం చివర ఉండే టర్బయినులో ఈ వాయువు ప్రసరిస్తుంది. ముందరిభాగంలో కంప్రెసరు అధికవత్తిడిని నిలుపుదల చేస్తుంది గాని వెనుకభాగంలో వత్తిడికి విమోచనం కలుగుతుంది. అందుచేత అధికవత్తిడి జెట్టుని ముందుకు తోలుతుంది. చాలా

జెట్టులలో అనంతరజ్వలన పరికరాలు, లేక ఆఫ్టరుబర్నరులు వుంటాయి. ఈ పరికరాన్ని జెట్ తోకభాగంలో వుంచుతారు. ఇది అదనంగా ఇంధనాన్ని వేడివాయువుల ప్రవాహంలో జిమ్మి అదనంగా పురో పీడనాన్ని కలిగిస్తుంది.

టర్బోప్రాప్ జెట్ కూడారనూరమి జెట్ యింజనులాగేవుంటుంది. అయితే, దీనిలో ఒక అదనపుభాగ ముంటుంది. అదే ప్రొపెల్లరు. ఈ ప్రొపెల్లరూ, ఎగ్జాస్టు జెట్టూ విమానాన్ని నడుపుతాయి. ప్రొపెల్లరు టర్బయినువల్ల తిరుగుతుంది. టర్బోప్రాప్ యింజన్లలోని టర్బయిన్ అదనపు కార్యాలను నిర్వహించడానికి పెద్దదిగా బరువుగా వుంటుంది. జెట్ విమానమంత తొందరగా టర్బోప్రాప్ యింజను విమానాన్ని కదిలించలేదు గాని అది మిక్కిలి సమర్థనీయంగా పనిచేస్తుంది.

ఈ చివరి రెండు ప్రకరణాలలో విమానాలలో వాడే మూడు రకాల యింజన్లనుగురించి చర్చించాం. ఒకటి పిస్టన్ యింజను; రెండోది జెట్; మూడవది టర్బోప్రాపు. వీటిలో చివరి రెండూ ఆధునికమైనవి కనుక ఇవి పిస్టన్‌యింజను స్థానాన్ని ఆక్రమించుకొంటా యేమో అని మీరు భావిస్తూ వుండవచ్చు. అయితే దీనికి అవకాశం లేదని శాస్త్రజ్ఞులు చెప్పారు. తక్కువ స్పీడులోనూ, తక్కువ దూరాల లోనూ ప్రయాణాలు చేయడానికి పిస్టన్‌యింజన్లు మిగతావాటికన్నా సమర్థనీయంగా పనిచేస్తాయి. అంతకన్నా ఎక్కువ దూరాలకి టర్బో ప్రాపు యింజను ఉత్తమం. అది అధికమైన వేగాలతో విమానాన్ని నడపడం, చాలా విధాలుగా సులువైన యింజనై వుండడం దానికి కారణాలు. ఒక కోస్తానుంచి యింకొక కోస్తాకి సముద్రాలపైన ప్రయాణం చేయడానికి జెట్ విమానాన్నే ఎంచుకుంటారు. గంటకి ఆరువందలమైళ్ళ వేగంకన్నా ఎక్కువ స్పీడులో అది విమానాలను నడపగలదు. అంటే బొంబాయినుంచి కలకత్తాకి అయిదుగంటలలో మీరు ప్రయాణం చేయగల రన్నమాట!

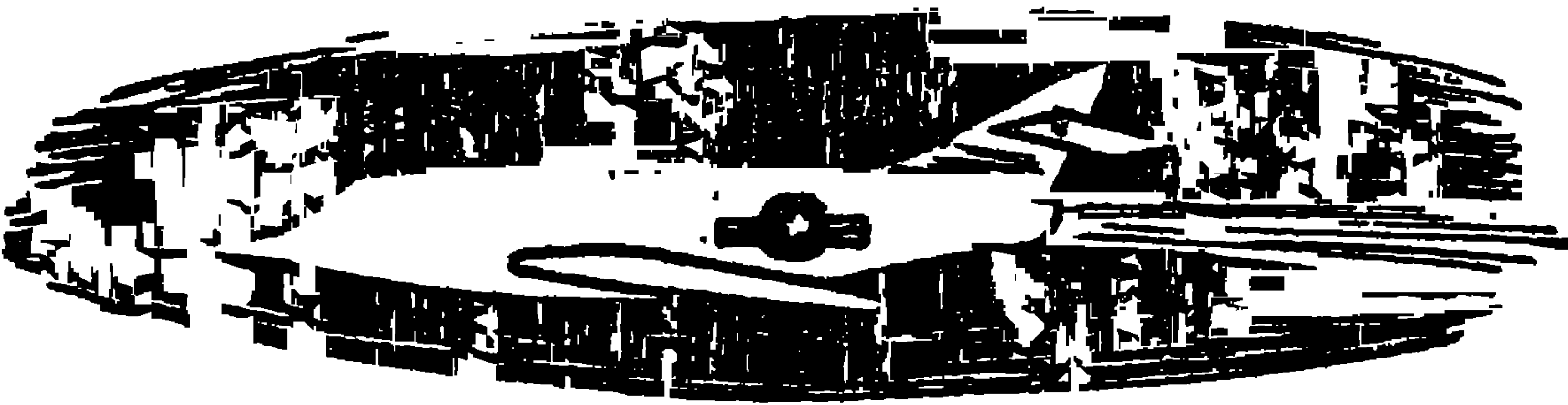
ధ్వని నిరోధం

అభివృద్ధిపొందిన పిస్టను యింజన్లు, జెట్ యింజన్లు, రాకెట్లు మొదలైనవాటితో విమానాలు ఉధృతమైన వేగాలతో ఎగరడం మొదలుపెట్టాయి. అయితే కొన్ని సంవత్సరాలకిందట మానవులకు ఒక

నిరోధం అడ్డమొచ్చింది. వేగాన్ని యింక అధికం చేయడానికి వీలు లేకుండా అది ఆటంకపరిచింది. అయితే ఈ నిరోధం తాత్కాలిక మైనదే అనుకోండి. గంటకి 760 మైళ్ళ స్పీడువద్దనే ఈ నిరోధం తటస్థ పడ్డది. ఏదైనా విమానం ఈ స్పీడుని చేరుకోగానే హఠాత్తుగా అది సంపీడనం పొందిన గాలిపొరలని ఢీకొంటున్నట్టు కదిలిపోతూ తుళ్ళడం మొదలుపెట్టేది. ఒక్కొక్కప్పుడు ఈ త్రుళ్ళడం ఎంత భీకరంగా వుండే దంటే విమానపు రెక్కలు చినిగి వూడిపోయేవి.

ఇంత ఏం జరిగేదంటే,విమానం శబ్ద నిరోధాన్ని చేరుకొనేది.దీని పేరు ఎందుకు పెట్టారంటే దీని , ధ్వనియొక్క వేగాని నూటిగా సంబంధం వుంది.వాస్తవానికి సముద్రమట్టం దగ్గర ధ్వనియొక్క వేగం గంటకు 760 మైళ్ళు వుంటుంది. పదిహేనో ప్రకరణంలో మనం ధ్వని గురించి చర్చించిన విషయాలు మీకు జ్ఞాపకం వున్నా యనుకుంటాం. ధ్వని సంపీడితతరంగాల పరంపరలుగా ప్రయాణం చేస్తుంది. గాలి అణువులను కలిసికట్టుగా దగ్గరగా తోయడం జరుగుతుంది. ధ్వనియొక్క మూలాధారంనుంచి ఈ సంపీడిత ప్రదేశాలు బయటకు ప్రయాణం చేస్తాయి.

ధ్వనికన్నా తక్కువ వేగంలో విమానం ప్రయాణం చేస్తున్న ప్పుడు విమానంనుండి వెలువడే ధ్వని తరంగాలు దానికన్నా ముందుగా త్వరితగతిలో ప్రయాణంచేయగలవు.అయితే విమానం వేగం హెచ్చించి ధ్వనివేగాన్ని చేరుకోగానే అది ధ్వని తరంగాలతో సరిసమానంగా కదులుతుంది. ఈ స్థితిలో సంపీడిత తరంగాలు విమానంకన్నా ముందు ప్రయాణం చేయలేవు. అందుచే అవి రెక్కలముందూ, విమాన శరీరం ముందూ పేరుకుపోతాయి. ఫలితంగా విమానానికి ముందు అధికవత్తిడి వున్న గాలిగోడ పైకిలేస్తుంది. ఇప్పుడు విమానం ఇంకా వేగంగా పోవ డానికి ప్రయత్నిస్తే ఈ 'గోడ'ని చీల్చుకుంటూ వెళ్ళవలసి వుంటుంది.

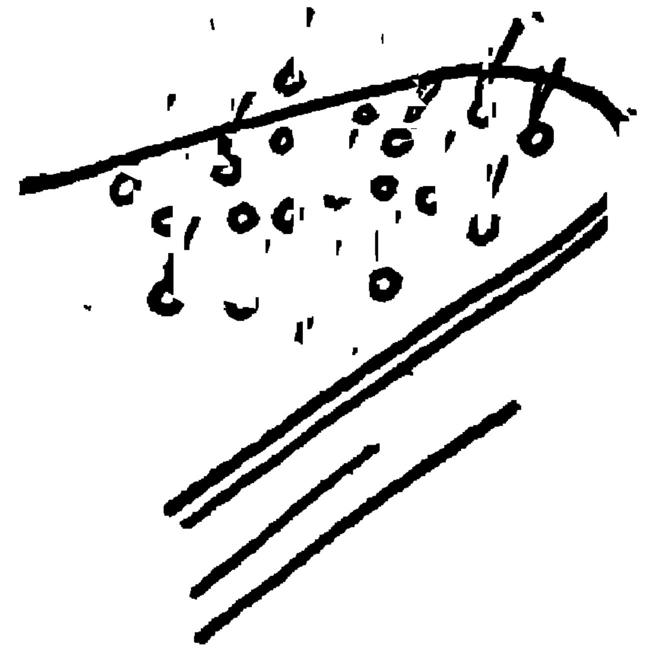


డగ్లస్ స్కైరాకెట్

ఈ నిరోధాన్ని చీల్చుకొంటూ సాగడంలో విమానం ఎంత శ్రమపడ వలసి వస్తుందో మీరు గమనించగలరు.

ధ్వనికన్నా ఎక్కువ వేగంగా సాగే విమానాలు ధ్వనితరంగా లను ముందువేపు కాకుండా వెనుకవైపు వదలిపెడతాయి. అక్కడ అవి విమానానికి ఏ విధమైన ఆటంకాన్నీ కలిగించి బాధ పెట్టలేవు. ధ్వనినిరోధాన్ని దాటాకనే వేగాన్ని హెచ్చించడమో, తగ్గించడమో జరిగాక సంపీడిత తరంగాలను ఎదుర్కోనడం తటస్థిస్తుంది.

కొత్తరకమైన విమానపు ఆకారాలను మానవులు నిర్మించడం మొదలుపెడుతున్నారు. ఇవి విమానాలు ధ్వనినిరోధాన్ని సునాయాసంగా దాటిపోవడానికి తోడ్పడతాయి. అటువంటి విమానాలను సూపర్‌సోనిక్ విమానా లంటారు. 'సోనిక్' అంటే ధ్వనికి సంబంధించినది. 'సూపర్‌సోనిక్' అంటే ధ్వనికన్నా అధికమైన వేగమని అర్థం. ఉదాహరణకి 'డగ్లస్ స్కై రాకెట్' అనే విమానం ఒక సూపర్‌సోనిక్ విమానం. ఇది ధ్వనికన్నా రెండింతల వేగంతో ప్రయాణం చేసింది. బొమ్మలో దాని సూదిమొనలాంటి ముక్కునీ, వెనక్కి ఈడ్చుకు పోయే రెక్కలనూ గమనించండి. విమానం ధ్వనినిరోధంలో కోసుకుపోవడానికి ఈ ఆకారం తోడ్పడుతుంది. అంటే అధికవత్తిడి ప్రదేశాన్ని సునాయాసంగా అధిగమించడానికి ఆస్కారం ముందన్న మాట.


గాలి అణువులు విమానం రెక్కలని ఢీకొని వాటిని వేడెక్కిస్తాయి.

ఉష్ణతా నిరోధం

ఉన్నత మహోన్నత వేగాలను అందుకొంటూవుంటే మరొక సమస్యకూడా అడ్డుతగులుతూంది. ఇది వేడిమి సమస్య.

అయిదవ ప్రకరణంలో మనం వేడిమికి ఎలా నిర్వచన మిచ్చామో మీకు జ్ఞాపకముందా? అణువుల కదలికయొక్క వేగాన్ని బట్టే వేడిమి నిర్ణయమవుతుందని చెప్పుకున్నాం. అణువులు మెల్లగా కదులుతున్నప్పుడు వస్తువు చల్లగా వుంటుంది. అణువులు మరీ త్వరితంగా కదులుతున్నప్పుడు వస్తువు వేడిగా వుంటుంది.

విమానాన్ని గాలిలో వేగంగా, మరీవేగంగా కోస్తున్నప్పుడు దీని ప్రభావ మెలా వుంటుందో చూద్దాం. మనం ధ్వనివేగాన్ని అధిగమించి చాలా స్పీడులో పయనిస్తూ, ఉదాహరణకి గంటకు 1500 మైళ్ళ

మరీ ఉన్నత పథాలలో ఉష్ణత నిరోధం ఉండదు.

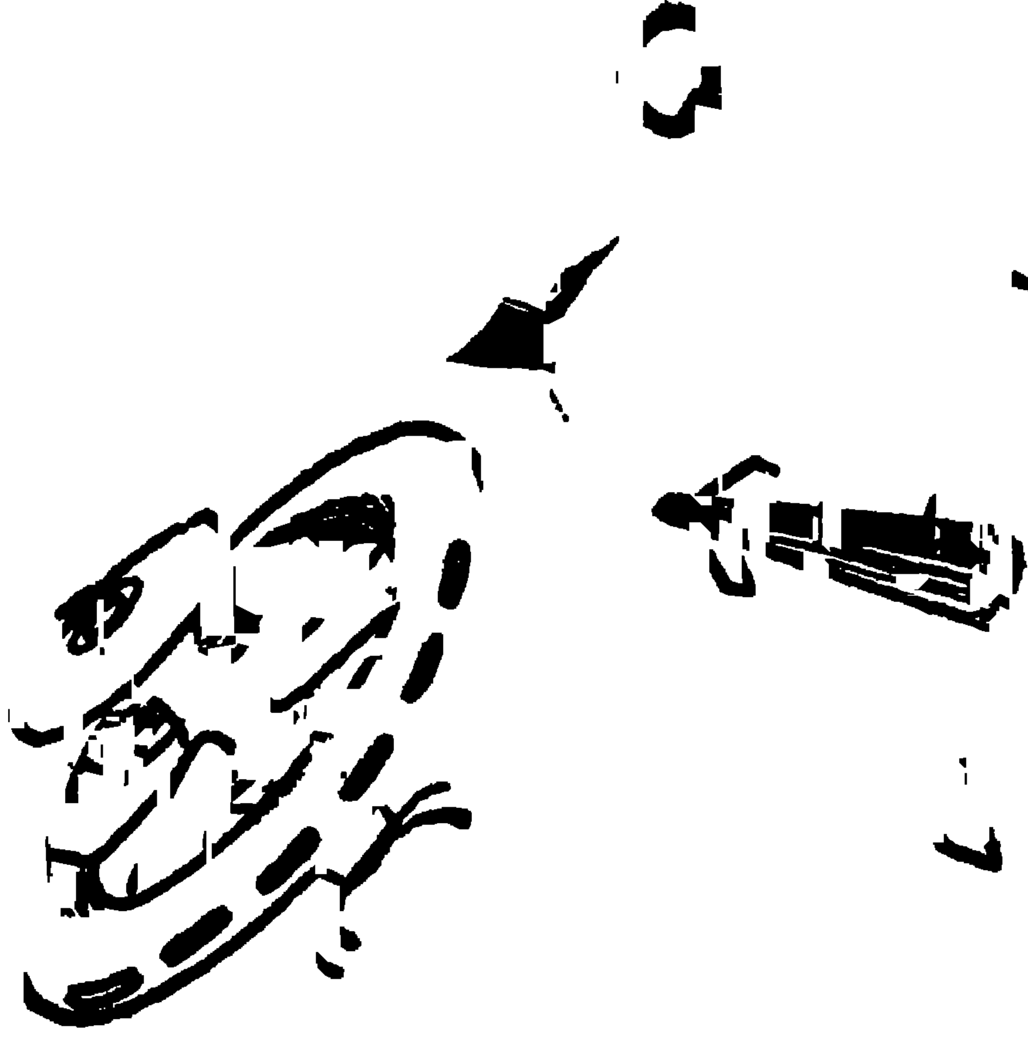
వేగాన్ని అందుకున్నామనుకోండి. ఈ వెలాసిటీలో, లేక వేగంలో గాలీ అణువులు రెక్కలవెనుక మహాత్వరితంగా కదులుతూవుంటాయి; అంటే గాలి అణువులు రెక్కలమీద మరీ గట్టిగా, తరుచుగా ఢీకొంటూ వుంటాయి. అయితే నిప్పుల పొయ్యిమీదవున్న కెటిల్ పాత్రనికూడా ఇదేవిధంగా అవి ఢీకొంటూవుంటాయి! నిప్పునుండి త్వరితంగా చలించే అణువులు కెటిల్ పాత్రని ఢీకొని దాన్ని వేడెక్కిస్తాయి. ఈవిధంగానే గాలి అణువులు విమానం రెక్కలనీ, విమాన శరీరాన్నీ ఢీకొని వాటిని వేడెక్కిస్తాయి.

విమానం వేగాన్ని ఎంత ఎక్కిస్తుందో రెక్కలలోనూ, శరీరం లోనూ వున్న లోహభాగాలు అంత ఎక్కువ వేడిని పొందుతాయి. మహోన్నత వేగాలలో లోహాలు శిథిలమై, పనిచేయనంత ప్రమాద కరంగా రెక్కలు వేడెక్కిపోవచ్చు. మహోన్నత వేగాలలో వెళ్ళే విమానాల విషమ సమస్యలలో ఇది ప్రధానమైన పెద్దసమస్య. రెక్కల ప్రక్కనుంచి దూసుకుపోయి వాటిని వేడెక్కించడానికి అవకాశం లేకుండా తక్కువ గాలివుండే మహోన్నత పథాలలో చాలా ఎత్తున విమానాలను నడిపితే మంచిదని కొందరి సలహా. అయితే గాలి మరీ అంత తక్కువగావుంటే రెక్కలకి ఉత్థాపకశక్తిని ఏది ప్రసాదిస్తుంది? విమానాన్ని నిలకడగా ఎలా నిలబెట్టడం? ఇతరులు చెప్పిన పరి



ష్కార మార్గాలేమిటంటే విమానం రెక్కలను ఎయిర్ కండిషను పద్ధతిలో నిర్మించి అవి ఎప్పుడూ చల్లగా వుండేటట్టు చూడడం, అధిక ఉష్ణతలోకూడా చెక్కుచెదరకుండా బలంగా వుండే లోహా లను ఉపయోగించడం మొదలైనవి. అయితే రెక్కలను ఎయిర్ కండిషను చేయాలంటే భారీపరికరాలతో పెద్దపెట్టున సన్నాహాలు చేయాలి. ఇంత విమానం మోయగలిగిన బరువు ఆ పరికరాల బరువు ఎంతుంటుందో అంతేకదా? కాబట్టి వేడెక్కినా చెదరని లోహాలను వాడాలనే ప్రతిపాదనలో ఎక్కువ అవకాశాలు కనబడుతున్నాయి.

అయితే రాకెట్లను వుపయోగించి విమానాలను వాతావరణా నికి పైన పంపిస్తే వేడిమిసమస్యను వదిలించుకోవచ్చు. కాని ఈ సమస్యను రెండుసార్లు ఎదుర్కోవాలి. విమానం వాతావరణాన్ని దాట బోతూవుండగానూ, మళ్ళా నేలపై దిగడానికి కిందికి వస్తూవుండగానూ ఈ సమస్య ఎదురవుతుంది.



30

రోదసీ యాత్ర





కథానాయకుడు తన రోదసీనౌకలోనికి వెళతాడు. అంతరిక్షంలోనికి అగ్నిశిఖలను విసర్జిస్తూ, యింధనాలను గురించి ఏ విధమైన చీకూ చింతా లేకుండా ఎగిరిపోతాడు. బహుశా అతడు ఏవో మీటలూ, కంట్రోళ్ళూ మొదలైనవీ, ఊహాతీతమైన పరికరాలనూ తిప్పుతూవుంటాడు. అతడు నాలుగవ పరిమాణంలో సుదూరాన వున్న నక్షత్రమండలాలకి తన నౌకను నడుపుకొంటూ పోతాడు. కళ్లు మూసి కళ్ళు తెరిచేలోగా గమ్యం చేరుకుంటాడు. ఇటువంటి కథలను మీరు పుస్తకాలలో చదివివుంటారు.

అయితే వాస్తవిక ప్రపంచంలో ఇంత సులభంగా జరగదు. ఇటువంటివాటిని మనం మన ఊహాజగత్తులో సాధించవచ్చు. బహుశా కొన్నాళ్ళు పోయాక మన స్వప్నాలు నిజం కావచ్చు. ఈలోగా మనం రాకెట్లు, రాకెట్ యింధనాలు, భూమ్యాకర్షణశక్తి మొదలైన విషయాలను గురించి నగ్నసత్యాలతో తృప్తిపడాలి.

---

* ఈ పుస్తకం ఇంగ్లీషు మూలం మొట్టమొదట 1956వ సంవత్సరంలో ప్రచురించినదైనందువల్ల ఈ ప్రకరణంలో రోదసీయాత్ర గురించి చెప్పిన కొన్ని వివరాలకు కాలదోషం పట్టింది. ఆ గ్రంథప్రచురణ తరువాత రోదసీశాస్త్రంలో జరిగిన అభివృద్ధి నిబట్టి మానవుడు చంద్రలోకయానం చేయడం కొద్ది సంవత్సరాలలోనే సాధ్యం కావచ్చుననిపిస్తోంది. అనువాదకుడు]

ప్రప్రథమ అభివృద్ధులు

వందలాది సంవత్సరాలుగా రాకెట్లు బాణాసంచాలు మండే విడ్డూరమైన విషయాలుతప్ప మరేంకావు. ఆ తరవాత ప్రథమ ప్రపంచ సంగ్రామకాలంలో 1914-1918 రాబర్టు హెచ్. గొడార్డు అనే అమెరికన్ యువకుడు రాకెట్లను గురించి గట్టిగా పరిశోధనలు చేయడం మొదలుపెట్టాడు.

తరువాత ఇరవై సంవత్సరాలలో చెప్పుకోదగ్గ కృషి జరిగింది. రాకెట్లసైజు పెద్దది కాజొచ్చింది. వేగంగా వెళ్ళడం, ఆకాశంలో మరీ ఎత్తున పరిశోధనలు చేయడం సాధ్యమైంది. ఏదో ఒకనాడు మానవులను చంద్రలోకాని, తదితరగోళాల తీసుకొనిపోవడానికి ఇదే సరియైన సాధనమని మేధావులు చెప్పడం మొదలుపెట్టారు.

46 అడుగులు

వీ-టూ రాకెట్లు 14 టన్నుల దాకా తూగాయి.

ఆ తరవాత రెండవ ప్రపంచసంగ్రామ మొచ్చింది. రోదసీ యానం గురించి కంటున్న పెద్ద కలలన్నీ హీనంగా నీచమైనాయి. ప్రేలుడు సామానులను పెద్దపెద్ద దూరాలకి తీసుకుపోవలసిన ప్రమాద కార్యాలకు రాకెట్లను వినియోగించసాగారు. జర్మనీలోంచి వీ-టూ రాకెట్లు పైకి ఎగరడం మొదలెట్టాయి. ఇవి 46 అడుగుల పొడుగూ, 14 టన్నుల బరువూ వుండేవి. అవి, గంటకి 3,000 మైళ్ళకన్నా ఎక్కువ స్పీడులో ఇంగ్లండుపైన వర్షించిన భయానకమైన ఆయుధాలు. ఇంగ్లండు దేశపు అదృష్టంకొద్దీ ఆ రాకెట్లు సరిగా గురిలో తగలడ మంటూ అప్పటికి లేదు. వాటిలో వుండే కంట్రోలు పరికరాలు వాటిని సరిగ్గా నిర్ణీతస్థానానికి నడిపించలేకపోయేవి. అందుచేత చాలా రాకెట్లు ఇంగ్లీషు ఛానలులోనో, విశాలమైన ఆరుబయటనో ప్రమాదరహితంగా పడిపోయేవి.

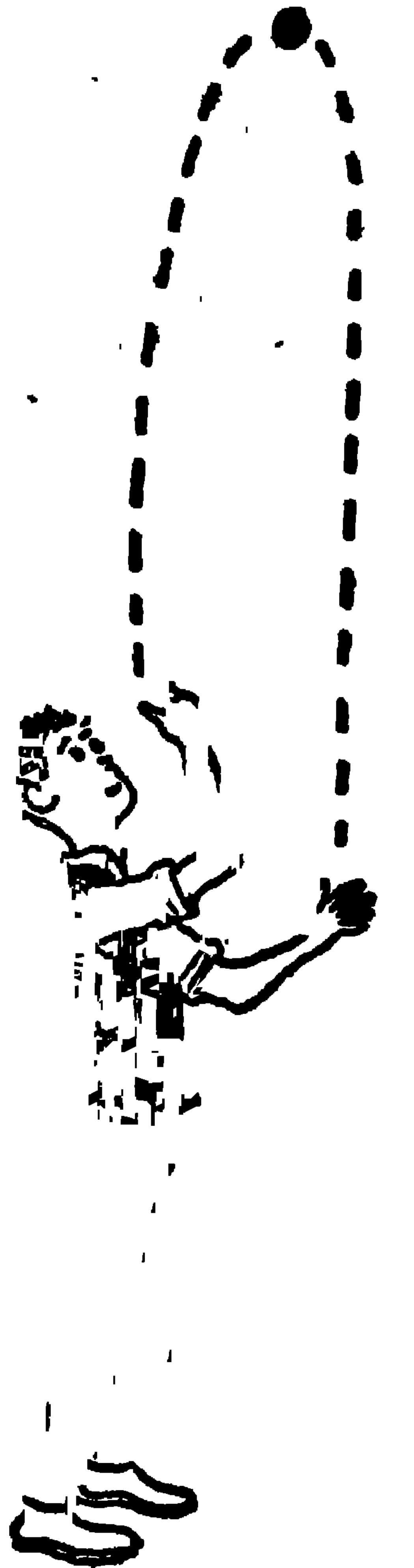
అయితే ఇంకా పెద్దవీ, ఇంకా కచ్చితంగా నడిచేవీ, మరీ ప్రమాదకరంగావుండే రాకెట్ ఆయుధాల నమూనాల బొమ్మలని గీస్తూ వున్నప్పుడు అదృష్టవశాత్తూ యుద్ధం అంతమైంది. అట్లాంటిక్ సముద్రంమీదుగా టన్నులకొద్దీ ప్రేలుడు సామానులను తీసుకువెళ్ళ గలిగిన భారీరాకెట్లను గురించి చెప్పుకొంటూ వుండేవారు. బాగా అభివృద్ధిచెందిన కంట్రోలు పద్ధతులు ఈ రాకెట్లను ఆశ్చర్యకరమైన విధంగా, కచ్చితంగా నడిపించగలవనే పుకార్లుకూడా పుట్టాయి.

అయితే యుద్ధం అంతమయ్యాక మానవులు మళ్లా రాకెట్లను భూమినుంచి తప్పుకొని చంద్రలోకానికీ, ఆ పైనవుండే చోట్లకీ పయనించడానికే వుపయోగించాలని యోచించసాగారు. కాబట్టి రాకెట్లను గురించి పరిశోధనలు కొనసాగాయి. భారీయెత్తున రాకెట్ పరిశోధనలు జరపడంలో మరొక వుద్దేశంకూడా లేకపోలేదు. ఇతరదేశాలతో సరి సమానంగా వుండవలసిన అవసరం కొన్ని దేశాల కుంటుంది. రాకెట్ ఆయుధాల అభివృద్ధిలో మనం వెనకబడలేము కదా!

గ్రావిటీని జయించడం

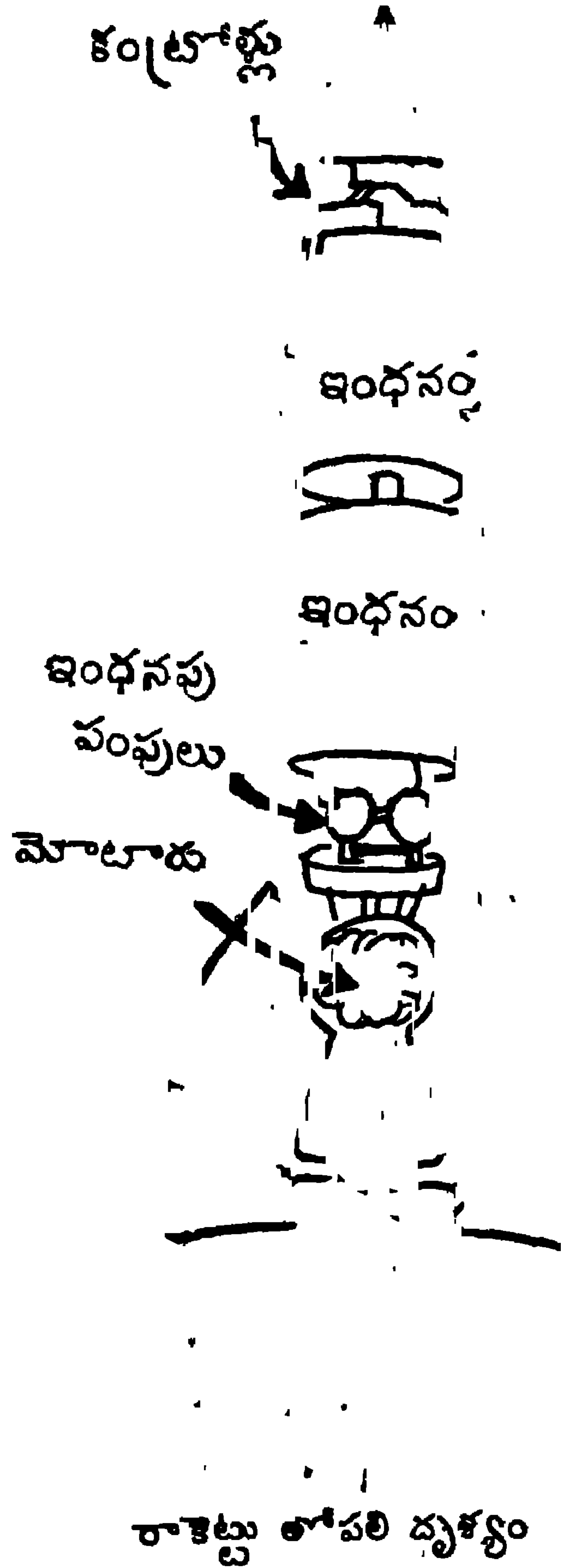
భూమ్యాకర్షణ శక్తిలాంటి గురుత్వశక్తిని 'గ్రావిటీ' అంటారు. ఈ గ్రావిటీ లేకపోతే మనమూ వుండం. భూమిమీద వుండే ప్రతీదీ—గాలీ, నీళ్ళూ మోటారుకారులూ, కుర్చీలూ, మనుష్యులూ, భూమిని అతుక్కొని వుండని వన్నీ ఎగిరిపోతూ వుంటాయి. ఆ మాట కొస్తే భూమే అసలు విడిగా చీలి ఎగిరిపోతుంది. గ్రావిటీ లేకపోతే భూమీ ఉండదు; సూర్యుడూ వుండడు. విశ్వమే వుండదు. అందుచేత భౌతిక వస్తువులమధ్య మనం గ్రావిటీ అని పిలిచే ఆకర్షణశక్తి వుండడం మన అదృష్టం.

అయితే భూమియొక్క దుమ్ముని తమ కాళ్ళనుంచి వదిలించుకోవాలని కలలుకనే వాళ్ళు గ్రావిటీని చూసి కొద్దిగా ఆగ్రహిస్తూ వుంటారు. భూమినుంచి తప్పించుకొని పోవాలనుకుంటే వాళ్లు మొదట గ్రావిటీని జయించాలి. మీరొక బంతిని పైకి ఎగురవేస్తే గ్రావిటీ దానిని మళ్ళా కిందికి—భూమిమీదికి లాగేస్తుంది. మీరు ఎంత బలంగా విసిరితే అది అంత పైకి పోతుంది. గ్రావిటీని జయించాలంటే, అనగా బంతి కింద పడకుండా అలా పైపైకి వెళ్ళిపోవాలంటే మీరు బంతిని ఎంత స్పీడులో ఎగురవెయ్యాలి? గంటకి 25,000 ఇరవైఅయిదువేల మైళ్ళ స్పీడులో దానిని మీరు ఎగురవెయ్యాలి!



క్రికెట్ బంతిని అద్భుతంగా కొట్టే సి. కె. నాయుడు, ముస్తాక్ ఆలీ కూడా అంత స్పీడులో ఏ బంతినీ కొట్టలేరు. మహా అయితే గంటకు వందమైళ్ళ వేగంలో బంతిని కొట్టగలరేమో! మహా శక్తివంతమైన తుపాకీ గంటకు 1,800 మైళ్ళ స్పీడులో గుండుని కొట్టగలుగుతుంది. కాబట్టి మనలను చాలా విషమసమస్య ఎదుర్కొంటుంది. భూమియొక్క గ్రావిటీ—ఆకర్షణ శక్తిని తప్పించుకొనేటట్లు దేనినైనా పంపించదలచుకొంటే ఇంత బ్రహ్మాండమైన సమస్యను మనం పరిష్క-

రించాలి. ఏదైనా వస్తువుకి 25,000 మైళ్ళ స్పీడును మనం ఇవ్వగలిగితే అది గ్రావిటీని తప్పించుకొంటుంది. ఈ స్పీడుని 'పలాయన వెలాసిటీ' అంటారు.



రాకెట్టు లోపలి దృశ్యం

రాకెట్లు ఆ పని చేయగలవు. శాస్త్రజ్ఞులకి ఆవిశ్వాసంగట్టిగావుంది. అవసరమైనంత త్రోపుడును యివ్వగలగడానికి సరిపోయే యింధనాలను జ్వలింప జేస్తున్నంత కాలం రాకెట్లు తమ స్పీడును ఎక్కించుకొంటూ వుంటాయి. అయితే వచ్చిన సమస్యల్లా రాకెట్‌లో సరిపోయినంత యింధనాన్ని సమకూర్చడమే. ప్రస్తుతపు యింధనాలతో ఒకేఒక రాకెట్ పలాయన వెలాసిటీని పొందడం సాధ్యంకాదని శాస్త్రజ్ఞులందరూ ఏకీభవిస్తారు. మీరొక పెద్ద రాకెట్టుని నిర్మించి అందులో పదోవంతులో మాత్రమే యింధనపుటాంకులూ, యింజన్లూ, మిగతా వాటిని వుంచి మిగతా తొమ్మిదివంతులలో యింధనాలను నింపినా కావలసిన స్పీడులో సగంకూడా మీరు సాధించలేరు. అటువంటి రాకెట్, దానిలోని ఇంధనాల సప్లయిని హరించుకొనే లోపున గంటకి 10,000 మైళ్ళ స్పీడును మాత్రమే అందుకొంటుంది.

అయినప్పటి మనం గ్రావిటీని రాకెట్లతోనే జయించగలం. రెండు మూడు రాకెట్లను కలిసికట్టుగా ఒక దాని మీద యింకొకటి దొంతరగా పెట్టి దీనిని మనం సాధించగలం. ఉదాహరణకి-రెండవ ప్రపంచసంగ్రామం అయిపోయిన కొద్ది కాలానికి అమెరికన్ శాస్త్రజ్ఞులు 'వేక్ కార్పరల్' అనే చిన్న రాకెట్‌ను వీ-టూ రాకెట్ పైన నిలబెట్టారు. ఈ సమ్మేళనాన్ని రెండు దశల రాకెట్టు అంటారు. వీ-టూ రాకెట్ మొదటి దశది. వేక్‌కార్పరల్ రెండవది. ఈ సమ్మేళనం ఎలా పనిచేస్తుందో గమనిద్దాం. మొదట వీ-టూ రాకెట్‌ను పేల్చుతారు. ఇది, వేక్‌కార్పరల్ రాకెట్టుని తనతోబాటు తీసుకొని ఎగురుతుంది. ఈ రెండూ ఊర్ధ్వవీడనంతో ఒక నూరుమైళ్ళు పైకి వెళ్ళగానే వీ-టూ యింధనాల సప్లయి హరించుకుపోతుంది. ఇప్పుడు అది అనవసరపు బరువు తప్పించి యింకేమీ కాదు. అది చెయ్యవలసిన పని పూర్తయింది. ప్రయాణం మొదటి దశలో అది వేక్‌కార్పరల్‌ను పైకి తీసుకెళ్ళింది. వేక్‌కార్పరల్‌లోని రాకెట్ యింజను ఇప్పుడు పేలుతుంది.

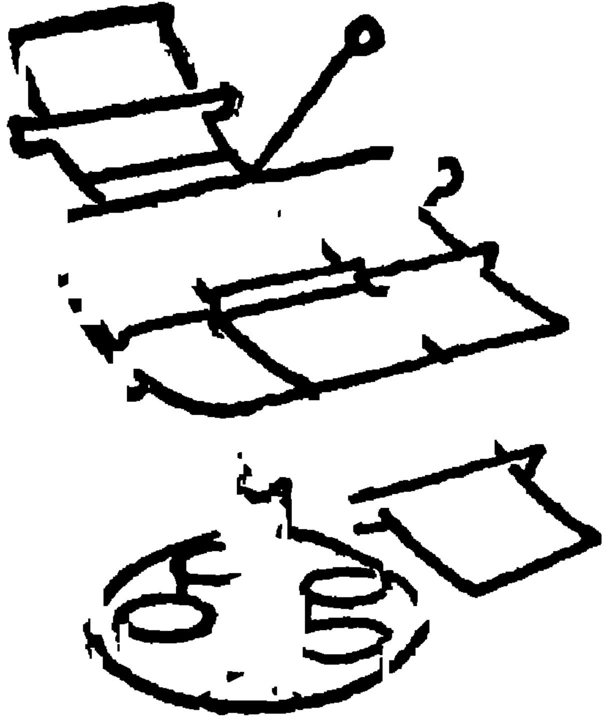
అదే సమయంలో పీ–టూ విముక్తమై భూమిమీద దీర్ఘపతనం చెంద డానికి మొదలుపెడుతుంది. అయితే వేక్ కార్పరల్ ఇప్పుడే మొదలవు తోంది. ప్రయాణం యొక్క రెండవదశలో దాని రాకెట్ యింజన్లు అలాగే దానికి ఊర్ధ్వపీడనాన్ని యిస్తూవుంటాయి. చివరకు అదికూడా దాని యింధనాన్ని పూర్తిగా వాడేసుకొంటుంది. ఇది వేక్ కార్పరల్ యొక్క అంతం. కొద్ది క్షణాలసేపు అది పైపైకి ఎగసి బహుశా యింకో 250 మైళ్ళ ఎత్తుని చేరుకొంటుంది. అయితే ఇప్పుడు అది కూడా గ్రావిటీ పట్టి లాగుతూ వుండడంవల్ల, భూపతనం చెందక తప్పదు.

రెండవదశ రాకెట్టుపైన ఇంకో మూడవదశ రాకెట్టుని కూడా, పెట్టగలిగితే ఈ మూడవ దశ రాకెట్టు పలాయన వెలాసిటీని అందుకో గలదని శాస్త్రజ్ఞులు చెప్తున్నారు. ఈ విధంగా 'పెక్కు–దశల' రాకెట్లతో మనం గ్రావిటీని జయించగలం.

మానవకల్పిత ఉపగ్రహాలు

రాకెట్లమూలంగా భూమినుండి పైకి వెళ్ళడానికి ముందుపైనుండే స్థితిగతులను తెలుసుకోవాలని మానవు లనుకుంటారు. అల్ట్రా వైలెట్ రేడియేషన్ సాంద్రత, కాస్మిక్ కిరణాలు, వాతావరణపు సాంద్రత, శీతోష్ణస్థితి, ఘనకణాల అస్తిత్వం మొదలైన వెన్నో తేల్చుకొనవలసి వుంటుంది. వీటినీ, ఇలాంటివాటి నింకెన్నో తెలుసుకొనడానికి శాస్త్రజ్ఞులు చిన్న బాలచంద్రులను, అంటే వుపగ్రహాలను నిర్మించారు. భూమిపైన రెండువందలమైళ్ళ ఎత్తున్న పరిధిలో ఇవి పరిభ్రమిస్తూ వుంటాయి. ఈ కల్పిత ఉపగ్రహాల వ్యాసం ఒక అడుగు మాత్రమే వుంటుంది. వాటిలో ఎన్నో సున్నితమైన పరికరాలను దగ్గర దగ్గరగా పేర్చేవారు. ఈ యంత్ర పరికరాలు తాము ఎదుర్కొన్న స్థితిగతులను రేడియో ద్వారా నివేదించేవి.

రోదసిలో రెండువందల మైళ్ళ ఎత్తుకి ఉత్థాపనం చేయడానికి ఈ ఉపగ్రహాలకు మూడుదశల రాకెట్ అవసరం. అక్కడ అది గంటకు 18,000 మైళ్ళ స్పీడులో భూమిని చుడుతూవుంటుంది. ఇది పలాయన వెలాసిటీకన్న తక్కువ అని గుర్తించండి. క్రమంగా కొన్ని రోజులైనాక



అది గ్రావిటీ లాగుడుశక్తివల్ల మళ్ళా భూమివైపుకి వారిగిపడుతుంది. అది ఒకసారి బరువైన గాలిని ఢీకొనగానే గాలి దానిని తెల్లగా కాల్చి వేస్తుంది. అది సంపూర్ణంగా దగ్ధమైపోతుంది. ఆకాశంలో ఉల్క మెరిసి దగ్ధమైపోయినట్టు ఇది కాలిపోతుంది. అయితే ఆలోపునసే అది తాను నిర్వర్తించవలసిన పనులు చేసిపెడుతుంది. ఆకాశంలో రెండువందల మైళ్ళ ఎత్తున వున్న స్థితిగతులను చెప్పడమే దాని ప్రయోజనం.

రోదసీ స్టేషనులు

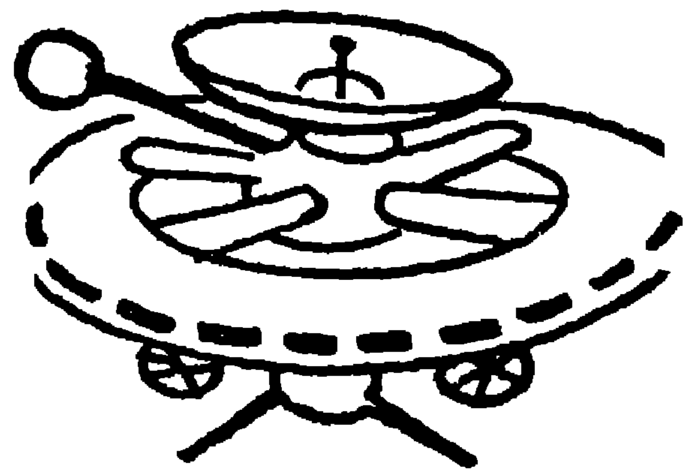


మానవులే లోపల లేని కల్పిత ఉపగ్రహం.

మానవులు లోపలలేని రాకెట్లూ, కల్పిత ఉపగ్రహాలూ నివేదించిన విజ్ఞానాన్ని సేకరించుకొని మానవులు రోదసీయాత్ర అనే ఈ మహత్తర సాహసంలోని ఉత్తరదశని చేరుకుంటున్నారు. అదే రోదసీ స్టేషను. భూమిమీద వెయ్యిమైళ్ళ ఎత్తున రోదసీస్టేషను నిర్మించడానికి కాగితంపైన సన్నాహాలుచేసి ప్లానులు వేశారు. ఈ దూరంలో, స్టేషను పరిధిలో వుండాలంటే కావలసిన స్పీడు గంటకి 16000 మైళ్లు. ఇది మాను ఉపగ్రహం స్పీడుకన్నా తక్కువ స్పీడు. అయితే మాను ఉపగ్రహం భూమినుంచి రెండువందలమైళ్ళ ఎత్తులోనే వుంటుంది. ఆ దూరం దాటాక భూమ్యాకర్షణ తక్కువగా వుంటుంది.అందుచేత 1000 మైళ్ళ దూరంలో గంటకు 16000 మైళ్ళ స్పీడు రోదసీ స్టేషనును నిరంతరం పరిధిలో వుంచుతుంది. మన భూమిచుట్టూ తిరుగుతున్న చంద్రుడిలాగే ఇది తిరుగుతూ వుంటుంది.

ఈ దూరంలోనూ, ఈ స్పీడులోనూ రెండు పరస్పర విరుద్ధమైన శక్తులు ఒకటి గ్రావిటీ, రెండోది సెంట్రీఫ్యూగల్ లేక కేంద్ర పరాఙ్ముఖశక్తి ఒక పరిపూర్ణమైన బ్యాలెన్సును వుంచుతాయి. ఈ బ్యాలన్సు దారం కొసని బంతికికట్టి మీ శిరస్సుచుట్టూ తిప్పుతుంటే వుండే బ్యాలన్సుతో సరిపోలుతుంది. దారం గ్రావిటీ శక్తిలాగ పని చేసి బంతిని పరిధిలో అదిమిపట్టుకుంటుంది. కేంద్రపరాఙ్ముఖశక్తి దానిని వలయంలో తిప్పుతూ వుంటుంది.

రోదసీ స్టేషన్లను నిర్మించడానికి మూడుదశల రాకెట్ల అంచీలను ఊహించారు. ఒకటి తరవాత ఒకటిగా మానవులనూ, యంత్ర



పరికరాలనూ వహించే ఆ మూడింటినీ పేలుస్తారు. సాధనాలు పెరుగుతున్నకొద్దీ రోదసీదుస్తులను ధరించి వాటి రక్షణలోవుండే మానవులు రోదసీ స్టేషనును నిర్మిస్తారు. రాకెట్లను భూమిమీదకు మళ్లా తీసుకొచ్చి వాటిని నింపి తిరిగి పంపించడం జరుగుతుంది.

రోదసీ స్టేషనులో జీవించే మానవులు ఊపిరి పీల్చుకొనే వాతావరణానికి వీలుగా అది గాలి చొరనంత గట్టిగా బంధితమవాలి. 1000 మైళ్ల ఎత్తున ఏ విధమైన గాలీ వుండనే వుండదు. దానిని సూర్యుడి వేడిమినుంచీ, రోదసిలోని శీతలంనుంచీ కాపాడడానికి శీతోష్ణతా బంధనం, లేక ఇన్సులేట్ చేయాలి. రక్షించడానికి వాతావరణం లేకపోతే ప్రకాశవంతమైన స్టేషను భాగాలను సూర్యుడు వందలాది డిగ్రీల ఉష్ణోగ్రతతో వేడెక్కిస్తాడు. అంధకారంలోవున్న భాగాలవద్ద శీతలం పరిపూర్ణంగా సున్నా డిగ్రీలలో,అంటే—459 డిగ్రీల ఫారన్‌హీటులో వుంటుంది.

ప్రస్తుతపు నమూనాల ప్రకారం రోదసీ స్టేషనును 'గారె' ఆకారంలో నిర్మించాలనుకుంటున్నారు. అది చాలా మెల్లగా చక్రంలా పరిభ్రమిస్తుంది. అందువల్ల చిన్న గ్రావిటీ ఫలితం వుత్పన్నమవుతుంది. దీనిమూలంగా లోపల జీవించే మానవులకు యింటివద్దనే జీవిస్తున్న భావన కలగడానికి ఆస్కారముంది. ఈ ప్రణాళికవల్ల రావడానికి వీలైన కష్టాలలో గ్రావిటీ లేకపోవడంచేత మానవులుపడే ఇబ్బంది చాలా ముఖ్యమైనది. రోదసీ ప్లాటుఫారంవద్ద కేంద్రపరాఙ్ముఖ శక్తి గ్రావిటీని బ్యాలన్సు చేస్తుంది కనుక మానవులకు గ్రావిటీ స్పృహ వుండదు. అందుచేత మానవులు విశ్రమించడానికీ, నిద్రపోవడాని , గ్రావిటీస్పృహ వాళ్ళపైనవుండడానికీ రోదసీస్టేషను పరిభ్రమిస్తూనే వుండాలని చాలామంది శాస్త్రజ్ఞులు నమ్ముతున్నారు.

రోదసీ స్టేషను లోపలి దృశ్యం.

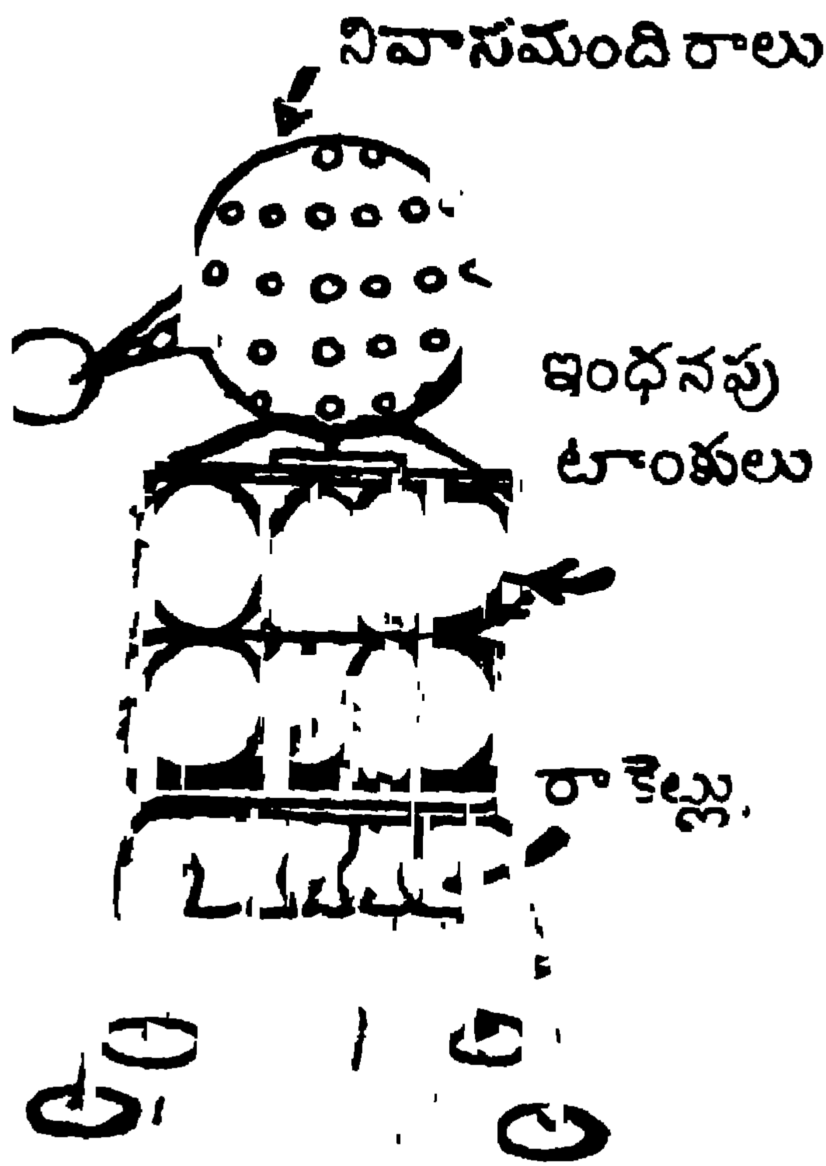


మనుషులు పడిపోకుండా కేంద్ర పరాఙ్ముఖ శక్తి నేలకు అంటుకొని ఉండనిస్తుంది.

చంద్రలోకయాత్ర

రోదసీస్టేషను నిర్మాణం పూర్తయినాక రోదసీ నౌకలను కట్టడానికి కావలసిన పరికరాలను రాకెట్లు తీసుకొని వస్తాయి. ఈ నౌకలు మానవులను చంద్రలోకానికి 2,40,000 మైళ్ళు తీసుకొని వెళతాయి. ఒక ప్రణాళిక ప్రకారం మూడు బ్రహ్మాండమైన రాకెటు నౌకలను నిర్మించాలి. సరిపోయినంత యింధనాన్ని, ఆహారాన్ని, నీళ్ళను, ప్రాణ

వాయువును, రోదసీనావికులకు కావలసిన యితర జీవితావసర వస్తువు లనీ ఈ నౌకలో తీసుకొని వెళ్ళాలి. రోదసిలోనూ, చంద్రలోకం లోనూ గాలీ, నీళ్ళూ వుండవన్న సంగతి మనం మరచిపోకూడదు. ఈ మూడు నౌకలలోనూ ఒకటి యింధనానికి బదులుగా తిరుగు ప్రయాణానికి కావలసిన వస్తువుల సప్లయిని వహించాలని ఒక ప్రతిపాదన. ఈ నౌకని చంద్రగోళంలో వదిలిపెట్టేసి దానిని బహుశా స్థిరనివాసానికి వీలైన మొదటి వాసగృహంగా వాడుకోవచ్చు.

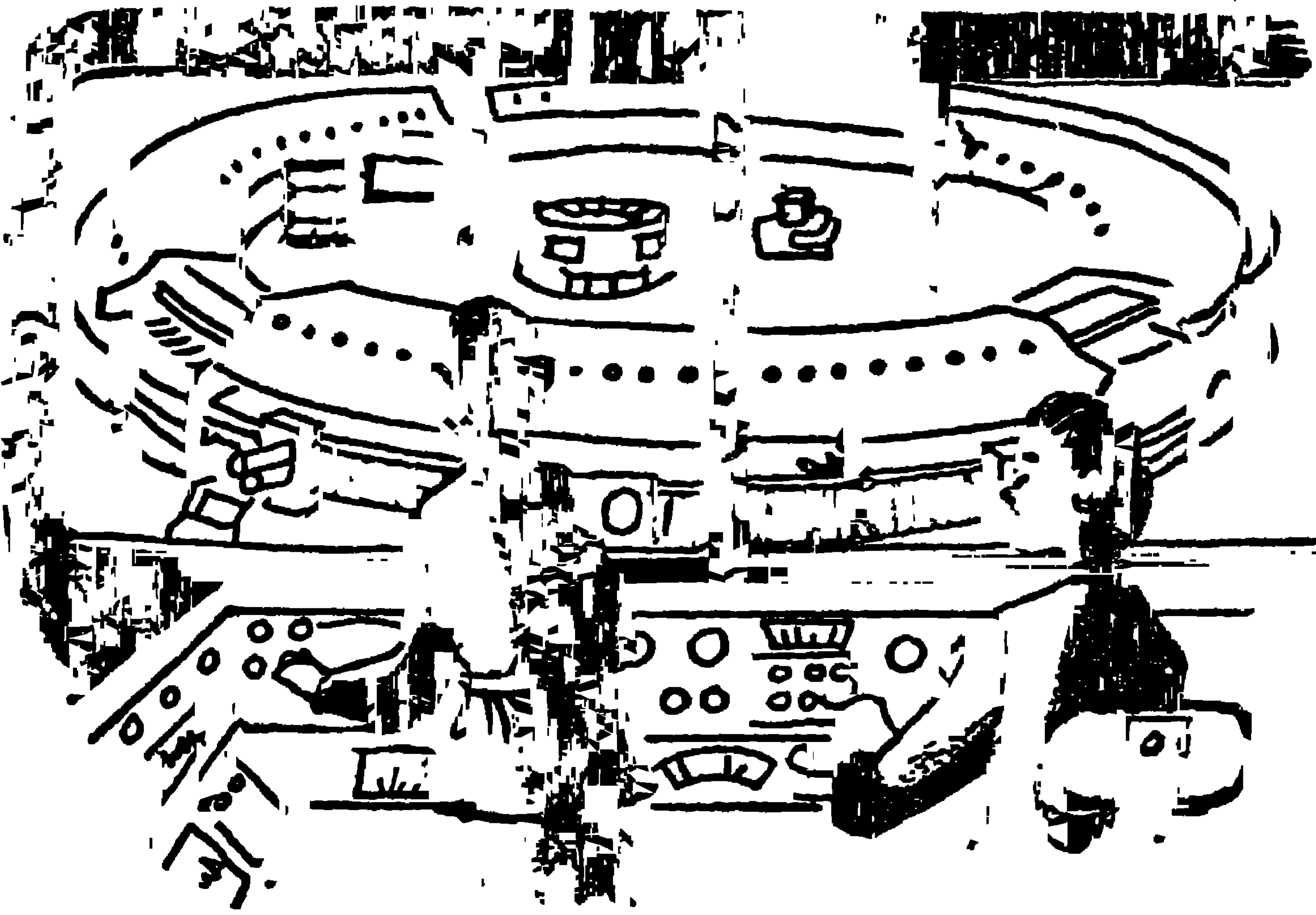


చంద్ర రాకెట్

ఎట్టకేలకు ఆ మహత్తరదినం ఉదయిస్తుంది. ప్రపంచంలో వున్న వాళ్లందరూ టెలివిజన్ ద్వారా ఆ దృశ్యాన్ని తిలకించవచ్చు. వాళ్ళు రోదసీస్టేషనువద్ద తిరుగుతున్న బ్రహ్మాండమైన రోదసీ నౌకలను చూస్తారు. వాటిలో విశ్వనావికులూ, పరికరాలూ, సప్లయిలూ వుంటాయి. ఈ బ్రహ్మాండమైన నౌకల రాకెట్ యింజన్లు సజీవంగా జ్వలిస్తాయి. మెల్లగా ఈ రోదసీనౌకలు తమ 2,40,000 మైళ్ళచంద్ర లోకయాత్రకి లేస్తాయి. ఈ నౌకలు అప్పటికే గంటకి 16000 మైళ్ళ స్పీడులో—అంటే రోదసీస్టేషను స్పీడులోనే తిరుగుతూ వుంటాయి. అందుచేత వాటికి భూమి గ్రావిటీని తప్పించుకొనడానికి ఏదో కొద్ది వేల మైళ్లస్పీడు అదనంగా కావలసి వుంటుంది.

రోదసీస్టేషనునుంచి ఈ నౌకలు దూరంగా మహోన్నత వేగాలలో కదిలిపోతాయి. చివరకు అవి చిన్న చుక్కలుగా మాత్రమే కనబడి శాశ్వత రోదసీతమస్సులోనికి అదృశ్యమైపోతాయి. నౌకలలో టెలివిజన్ కెమెరాలువుంటే విశ్వనావికులు వాళ్ల వెనుక భూమి తగ్గిపోవడాన్ని గమనించగలరు. కొన్నిరోజుల ప్రయాణం తరువాత చంద్రగోళం దగ్గర పడడంకూడా వీక్షించగలరు.

ఉత్సాహవంతమైన ఈ సాహసికయాత్ర యింకా సఫలమవవలసి వుంది. ఈ పుస్తకాన్ని చదువుతున్న మీలో కొందరు ప్రముఖ పాత్రలను నిర్వర్తించవచ్చు. ఎందుకంటే రోదసీస్టేషన్లనూ, రోదసీ నౌకలనూ నిర్మించాలంటే ఎందరెందరో స్త్రీ పురుషులు అవసరమవుతారు. మీలో కొందరు చంద్రలోకానికి వెళ్లి తిరుగుప్రయాణంచేసే నౌకలలో వుండవచ్చు. అనంతవిశ్వంలో కొత్త లోకాలను చేరుకొనే అపర-కొలంబస్ ఎవరో?



31

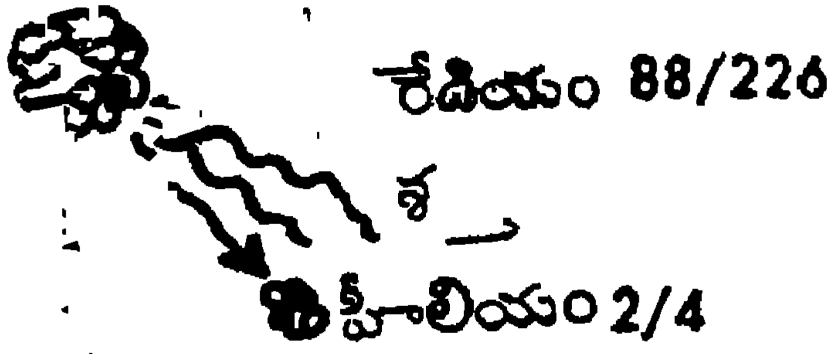
న్యూక్లియర్ శాస్త్రం : పరమాణు శక్తి

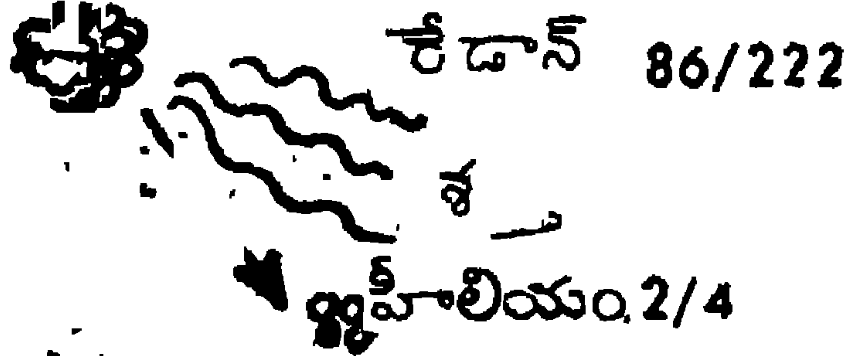
రెండవ ప్రకరణంలోనూ, మూడవ ప్రకరణంలోనూ మనం పరమాణువులు ప్రోటానులూ, న్యూట్రానులూ, ఎలెక్ట్రానులూ అనే వాటితో నిర్మాణమవుతాయని తెలుసుకున్నాం. పరమాణువుయొక్క కేంద్రకంలో ప్రోటానులూ, న్యూట్రానులూ గుమికూడి వుంటాయి. పరమాణువు ఆమ్లజనో, ఇనుమో, రాగో, యురేనియమో, లేక మరేయితర ధాతువో ప్రోటానుల సంఖ్య నిర్ణయిస్తుంది.

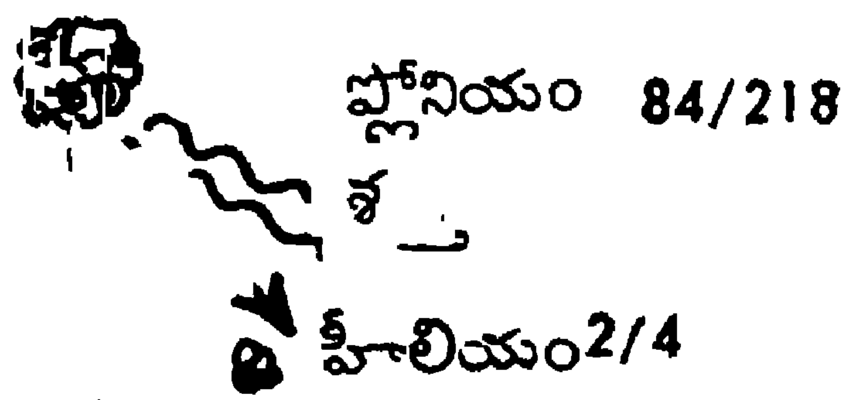
పరమాణువుని విభజించలేమని చాలాకాలందాకా మానవులు భావించేవారు. అణువులను పరమాణువులకింద విచ్ఛిన్నం చేయవచ్చు. అంతకుమించి యింకేమీ చేయలేము; అదే హద్దని వాళ్ళు చెప్పేవారు. పరమాణువులోని కొన్ని ఎలెక్ట్రానులను తొలగించవచ్చును గాని దాని హృదయాన్ని, లేక కేంద్రకాన్ని విచ్ఛిన్నం చేయలేమని వాళ్ళు వివరించారు.

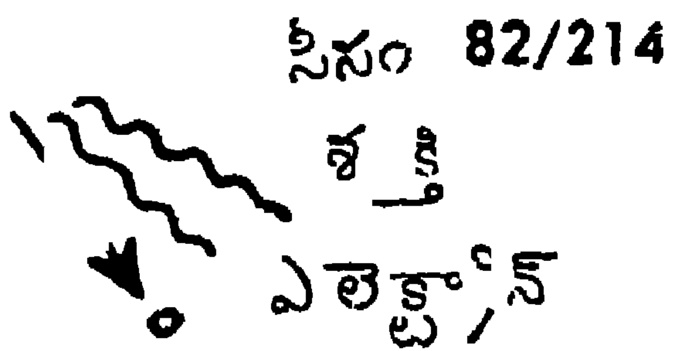
అయితే పరమాణు పరిశీలనలో అధ్యయనాన్ని పెంపొందించిన కొద్దీ మానవులు ఇది వాస్తవం కాదని గుర్తించారు. కొన్ని పరమాణువులు వాటి ప్రోటానులను వదిలించుకొని ఒక ధాతువునుండి మరొక ధాతువుగా మారిపోతూవుంటాయి. ఉదాహరణకి తన కేంద్రకంలో 88 ప్రోటానులను కలిగివున్న ఒక రేడియం పరమాణువు వున్నట్టుండి మార్పుని పొందగలదు. అది ఆరు ప్రోటానులను సక్రమమైన దశలలో పోగొట్టుకొని సీసంకింద మారిపోతుంది. ఈ దశలలో రేడియం పరమాణువు మహత్తరమైన శక్తినికూడా వికిరణాలు అనే రేడియేషను

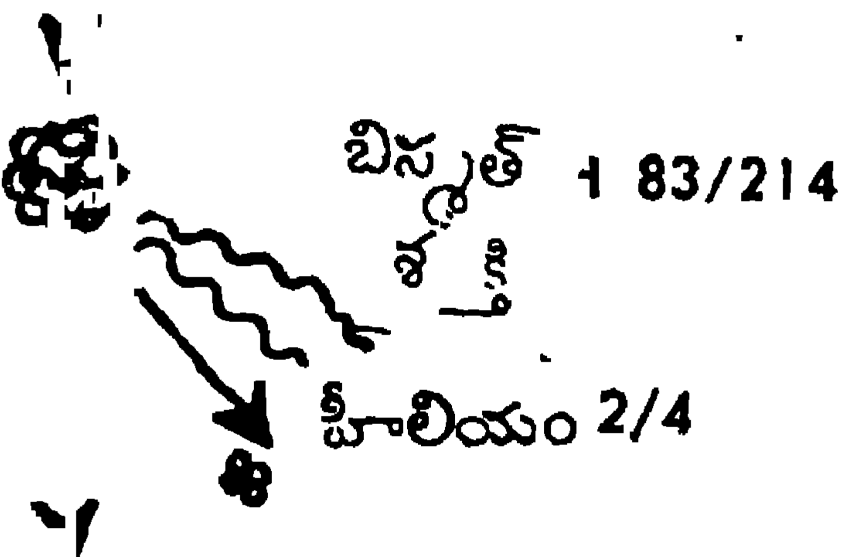
సీసంగా రేడియం మార్పు











సీసం 82/206

కుడిపక్కన ఇచ్చిన సంఖ్యలు పరమాణువులలోని ప్రోటానులూ, ధాతువుల పరమాణుభారాల సంఖ్యలు

రూపంలోను, వేడిమి రూపంలోనూ విసర్జిస్తుంది. ఈ విధమైన పద్ధతిలో కొన్ని ధాతువులు మాత్రమే వేరే ధాతువులుగా మారగలవు.

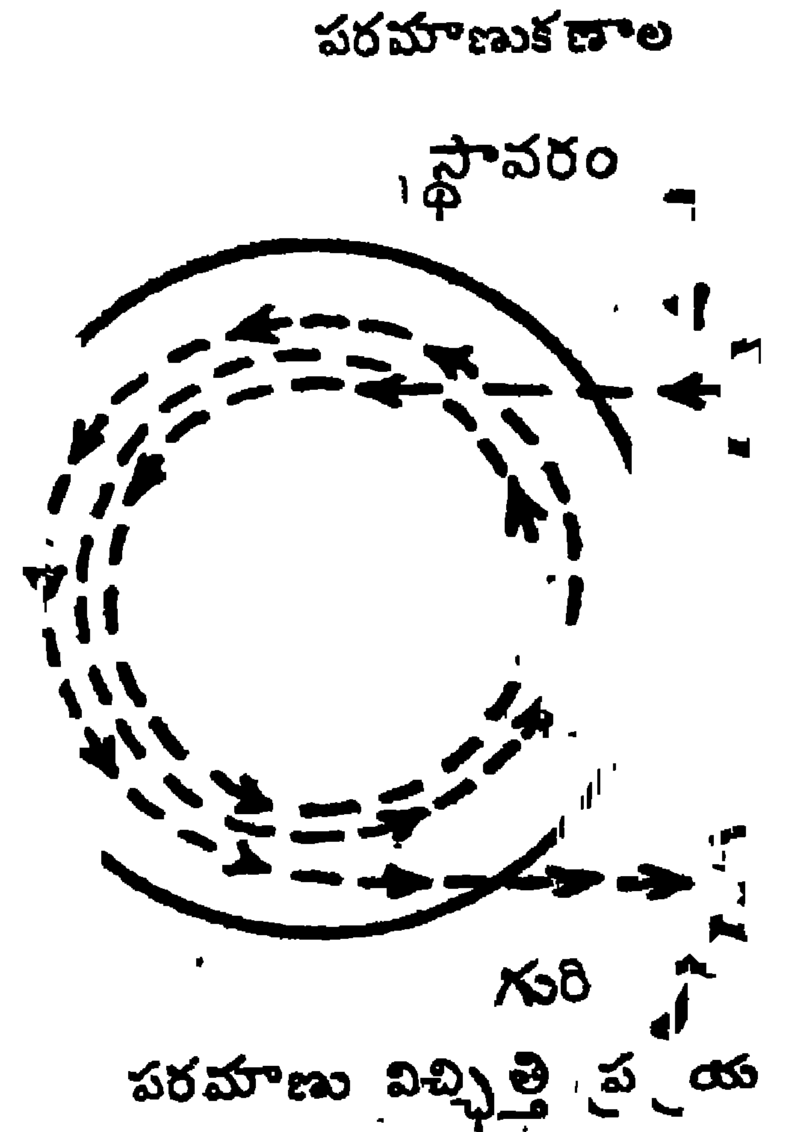
ఇంకొకవైపునుంచి, కొన్ని ధాతువులను వాటి కేంద్రకాలకు అదనపు ప్రోటానులను కలపడంచేత వేరే ధాతువులుగా మార్చవచ్చు. ఉదాహరణకి 14 వ పేజీలో మానవులు కొత్త ధాతువుల పరంపరని సృజించారని చెప్పాం. ఇది యురేనియం మొదలైన బరువైన ధాతువుల పరమాణువులను న్యూక్లియర్ గుళ్ళతో దాడి చేయడంవలన సంభవిస్తుంది. అటువంటి దాడులను పరమాణువులను విచ్ఛిన్నం చేయడానికి, లేదా పగులగొట్టడానికి వుపయోగించవచ్చు. రెండు విధానాలలోనూ పరమాణువులు మారినప్పుడు శక్తి విముక్తమవుతుంది. ఈ శక్తివిముక్తే పరమాణుశక్తికి ప్రాతిపదిక.

పరమాణువుని పగులకొట్టడం

పరమాణువుల అంతర్భాగాన్ని, లేక పరమాణువుల న్యూక్లియస్‌ను పరిశీలించే శాస్త్రాన్ని న్యూక్లియర్ శాస్త్రం, లేక న్యూక్లియానిక్సు అంటారు. న్యూక్లియర్ నిర్మాణాన్ని విపులంగా అవగాహన చేసుకొనే ప్రయత్నంలో మానవులు ఆశ్చర్యకరమైన యంత్రపరికరాలను నిర్మించారు. న్యూక్లియర్ విజ్ఞానంమానవజాతి సహాయార్థం ఎన్నోరకాలుగావినియోగించవచ్చును. ఇప్పటికే మహత్తర పరిమాణాలలో శక్తిని వుత్పత్తి చేసే విధంగా పరమాణువులను పగులకొట్టే మార్గాలను మనం కనిపెట్టాము. ఈ పరమాణుశక్తి అప్పుడే జలాంతర్గాములను నడుపుతోంది. విద్యుచ్ఛక్తి కర్మాగారాల జనరేటర్లను నడుపుతోంది. నిలకడగా వుండని పరమాణువులను నిర్మించే పద్ధతిని కనిపెట్టాం. రేడియం నిలకడగా వుండనట్టే ఇవీ వుండవు. ఈ నిలకడగా వుండని పరమాణువులు వైద్యంలో, వ్యవసాయంలో, పరిశ్రమలలో ఎన్నో విధాలుగా లాభిస్తాయి. ఈ సంగతులు తరవాత మనం మళ్లా చెప్పుకుందాం.

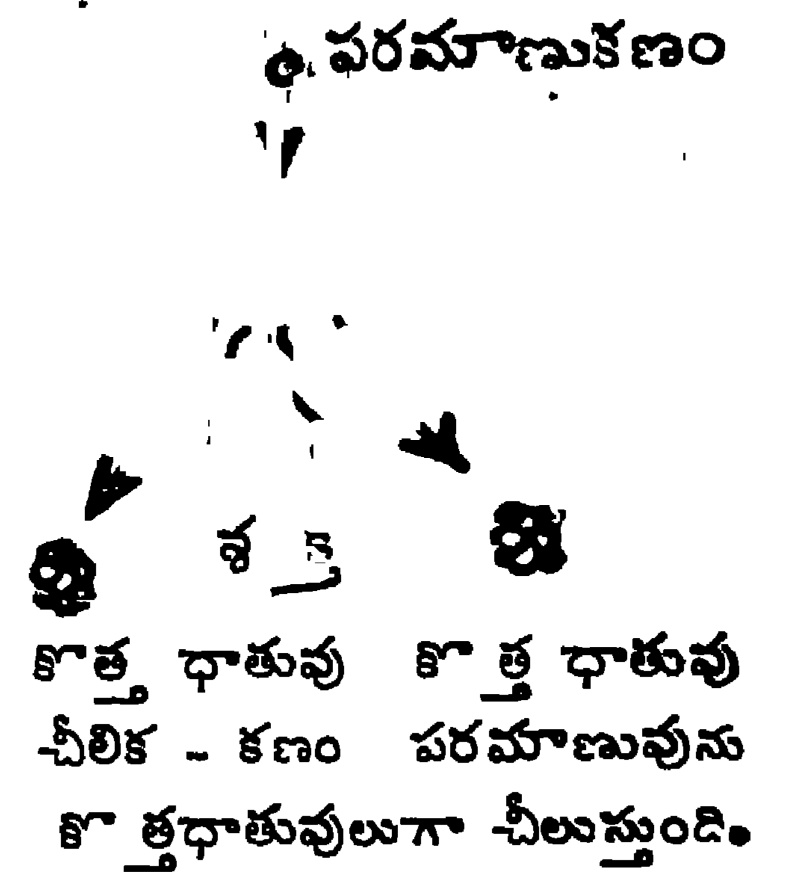
మొదట మనం ఒకరకమైన పరమాణు విచ్ఛిన్న సాధనాన్ని చర్చిద్దాం. 171-వ పేజీలోని పై బొమ్మలో చూపించినట్టు అది గారె లాంటి వలయాకారంలో వున్న పరికరం. లోపల డొల్లగావున్న వలయం వుంటుంది. వలయంలో చాలా అధికమైన శూన్యప్రదేశం లేక వాక్యూము వుండేటట్టు ఒక వాక్యూము పంపు నిలకడగా పనిచేస్తుంది. వలయంచుట్టూ భారీ విద్యుదయస్కాంతాలుంటాయి.

పరమాణు విచ్ఛిన్న సాధనం ఈ విధంగా పనిచేస్తుంది: ప్రోటాను లేక యితర పరమాణు కణాలను వలయంలోనికి షూటుచేస్తారు. అక్కడ విద్యుదయస్కాంతాలనుండి వెలువడే పరివర్తిత విద్యుదయస్కాంత క్షేత్రాలు కణాలను సాగమంటూ ప్రోత్సహిస్తాయి. ఈ కణాలు మహత్తర వేగాలతో గుండ్రంగా తిరుగుతూ, ప్రతి చుట్టు అదనపు మాగ్నటిక్ బూస్టుని పొందుతాయి. చివరకు అవి కావలసిన స్పీడులో తిరుగుతున్నప్పుడు, అది సెకెండుకి 1,00,000 మైళ్ల వేగం కన్నా అధికం కావచ్చును, వలయంలోనుంచి గురిలోనికి ఎగిరిపోతాయి. ఈ గురిని పగులకొట్టవలసిన పరమాణువులతో నిర్మిస్తారు.



పరమాణు విచ్ఛిత్తి ప్రక్రియ

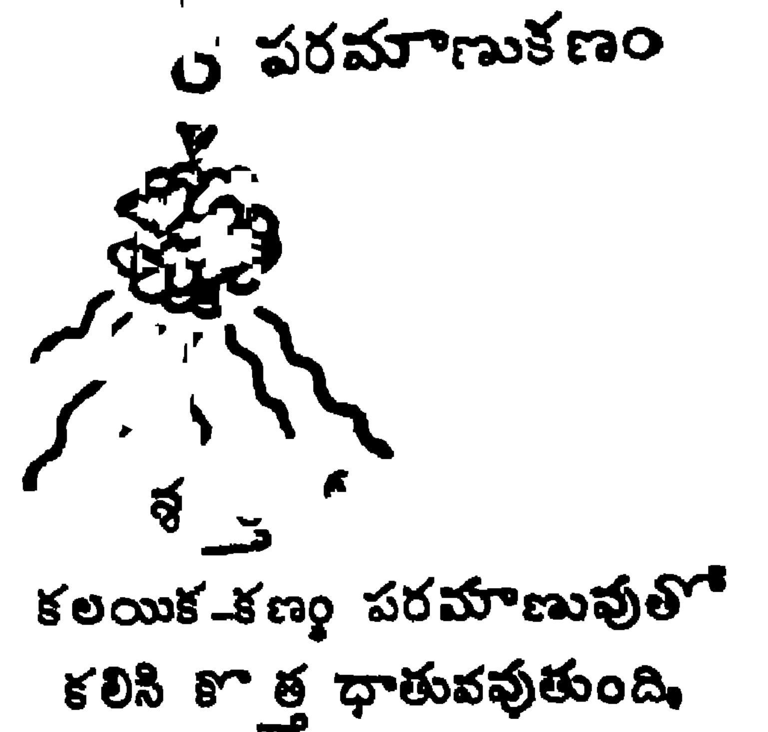
పరమాణుకణాలు విభిన్న పరమాణువులమీద వివిధరీతులలో పనిచేస్తాయి. కణాల రకాలనుబట్టీ, వాటి వేగాన్నిబట్టీ, అవి ఢీకొనే పరమాణు స్వభావాన్నిబట్టీ ఇది జరుగుతుంది. కొన్ని సందర్భాలలో గురి పరమాణువులు వాస్తవంగా విచ్ఛిన్న మవుతాయి. లేక చిన్న పరమాణువుల రూపంలోనికి విరుగుతాయి. మరి కొన్ని సందర్భాలలో పరమాణుకణాలు గురి పరిమాణువులతో సమ్మేళనంపొంది యింకా సంక్లిష్టమైన, విశాలమైన పరమాణువుల వుత్పత్తికి కారణ మవుతాయి.



చీలిక - కణం పరమాణువును కొత్తధాతువులుగా చీలుస్తుంది.

పరమాణు చీలిక; పరమాణు కలయిక

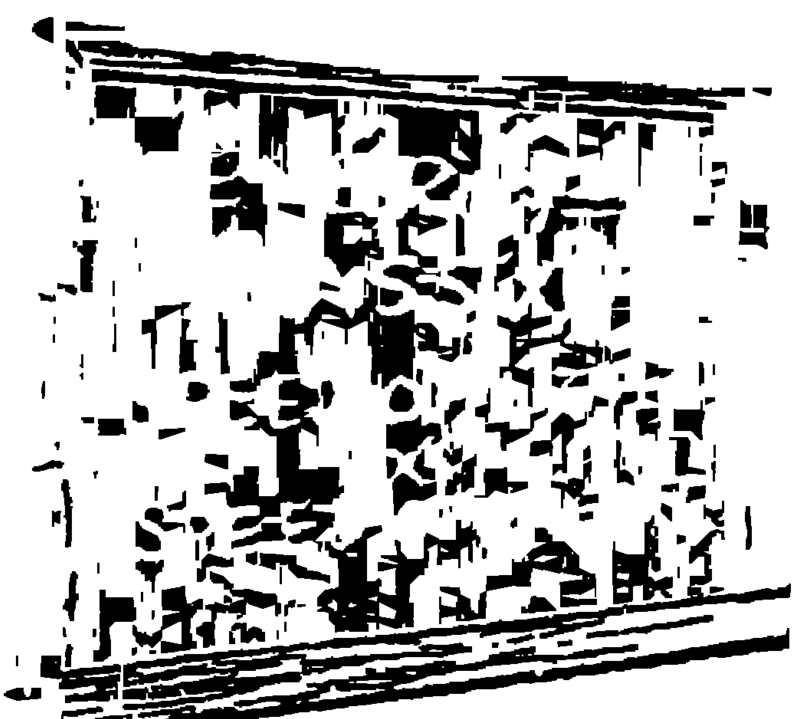
పరమాణువులు విచ్ఛిన్నమైనప్పుడు ఈపద్ధతిని ఫిషన్, లేక చీలిక అంటారు. నూతన, సంశ్లిష్ట పరమాణువుల నిర్మాణానికి పరమాణువు కణాలు పరమాణువులలోనికి చొరబడ్డప్పుడు ఈ పద్ధతిని కలయిక, లేక, ఫ్యూషన్ అంటారు. ఈ రెండు పద్ధతులలోనూ శక్తి విముక్తమవుతుంది. ఇది చాలా భారీ పరిమాణాలలో వుంటుంది. ఇలా శక్తి విముక్తమవడమే పరమాణు శక్తి, యాటంబాంబుల ప్రాతిపదిక.



కలయిక-కణం పరమాణువుతో కలిసి కొత్త ధాతువవుతుంది.

1905లో ప్రఖ్యాత జర్మన్-స్విస్ విజ్ఞానవేత్త ఆల్బర్ట్ ఐన్‌స్టీన్ పరమాణు చీలికవలనగానీ, కలయికవలన గానీ ఏర్పడే శక్తియొక్క పరిమాణాన్నిగూర్చి ఒక సిద్ధాంతాన్ని సూత్రీకరించాడు. ఇది ద్రవ్యం, శక్తుల సమానతగురించి చెప్పిన సూత్రం. సులభ భాషలో చెప్పాలంటే ఏ భౌతిక పదార్థాన్నయినా శక్తికింద మార్చవచ్చు. అలాగే శక్తిని కూడా భౌతిక పదార్థాలలోనికి మార్చవచ్చు.

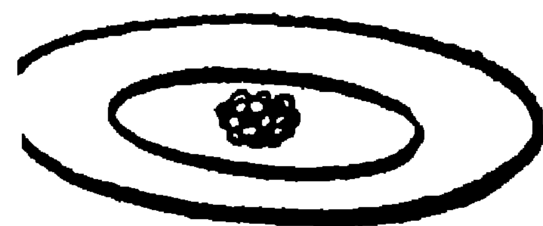
సాధారణ దహనచర్యలో జరిగేదానిగురించే ఈ సూత్రం విశద పరుస్తుందని మీరు యాదాలాపంగా భావించవచ్చు. కాని దహన చర్యలో పరమాణువులు స్వయంగా ఏ మార్పూ చెందకుండా మిగిలి పోతాయి. బొగ్గునికాల్చినప్పుడు నుసి మిగిలిపోయి మిగతా బొగ్గంతా కార్బనుడయాక్సయిడూ, యితర వాయువులు మొదలైన రూపాలలో పొగగొట్టంలోంచి పైకి పోతుంది. అయితే, ఐన్‌స్టీన్ సూత్రం ప్రకారం ఒక పదార్థాన్ని శక్తిలోనికి మార్చివేసినప్పుడు పరమాణువులు 'అదృశ్యమ'వుతాయి. అవి కాంతి, వేడిమి, యితర విద్యుదయస్కాంత తరంగాలు మొదలైన రూపాలలోనికి మారుతాయి. ఇవన్నీ శక్తి యొక్క వివిధ రూపాలే.



ఐన్‌స్టీన్ చెప్పిన సులభ సూత్రం, పదార్థం యొక్క ద్రవ్యాన్ని లేక బరువుని కాంతివేగంతో ఒకసారి గుణించి మళ్ళా యింకొక సారి కాంతివేగంతో గుణిస్తే వచ్చే మొత్తానికి మనం పొందే శక్తి సమానమవుతుందని విశదీకరిస్తుంది. దీనినే ఒక సమీకరణ రూపంలో చెప్పాలంటే—

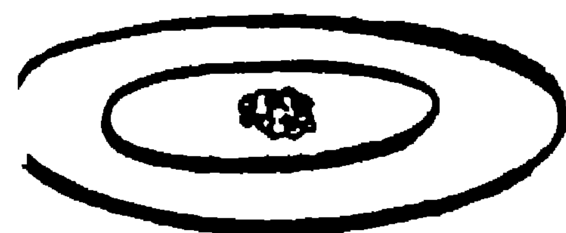
$$E = MC^2$$

ఇందులో E అంటే శక్తి, M అంటే ద్రవ్యం, C అంటే కాంతివేగం. ఒక పౌను బరువు వున్న ఏ పదార్థాన్ని అయినా పూర్తిగా శక్తిలోనికి మార్చుచేస్తే అది 2,800,000,000 (రెండు వందలా ఎనభై కోట్ల) పౌనుల బొగ్గుని కాలిస్తే వచ్చే వేడిమిని వుత్పత్తి చేస్తుందని ఈ సూత్రం అర్థం చెప్తుంది.


కేంద్రకంలో 8 ప్రోటానులు
8 న్యూట్రానులు
ఆమ్లజని అయిసోటోపు

శాస్త్రజ్ఞులు ద్రవ్యాన్ని పూర్తిగా శక్తిలోనికి ఎలా మార్చాలో యింకా నేర్చుకోలేదు. అయితే కొద్ది భాగాన్ని మాత్రం శక్తిలోనికి మార్పు చేయవచ్చు. ఉదాహరణ ఒక రకమైన యురేనియం ధాతువుతో మొదలుపెట్టవచ్చు. ఈ యురేనియం యొక్క పరమాణువులను యింకా సులభ పరమాణువుల క్రింద చీలిక పద్ధతిలో విచ్ఛిన్నం చేయవచ్చు. ఈ సులభ పరమాణువుల బరువు యురేనియం పరమాణువుల కన్నా కొద్దిగా తక్కువగా వుంటుంది. ఇది నూటికి 0.1 ప్రాంతంలో వుంటుంది. ఈ తేడాయే శక్తిలోనికి మార్పిడిపొందిన దాన్ని చూపిస్తుంది.

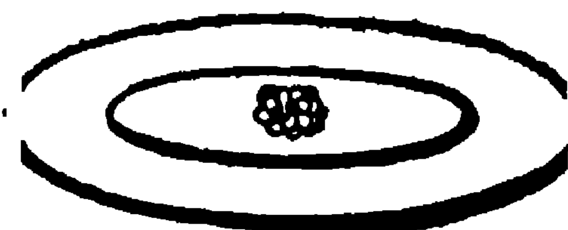
కలయిక పద్ధతివలన పరమాణువుల సమ్మేళనం ఏర్పాటుచేస్తే మనం మొదలుపెట్టిన కొన్ని పరమాణువుల ద్రవ్యం శక్తికింద మార్పు చెందుతుంది. ఉదాహరణకి రెండు ఉదజని పరమాణువుల కేంద్రకాలను (లేక రెండు ప్రోటానులను) తీసుకోండి. ఇవి కలిస్తే ఒక హీలియం పరమాణువు మనకు లభిస్తుంది. ద్రవ్యంలో నూటికి 0.75వంతు నష్టం ఏర్పడుతుంది. ఈ నష్టమే శక్తిలోనికి మార్పిడి పొందింది.

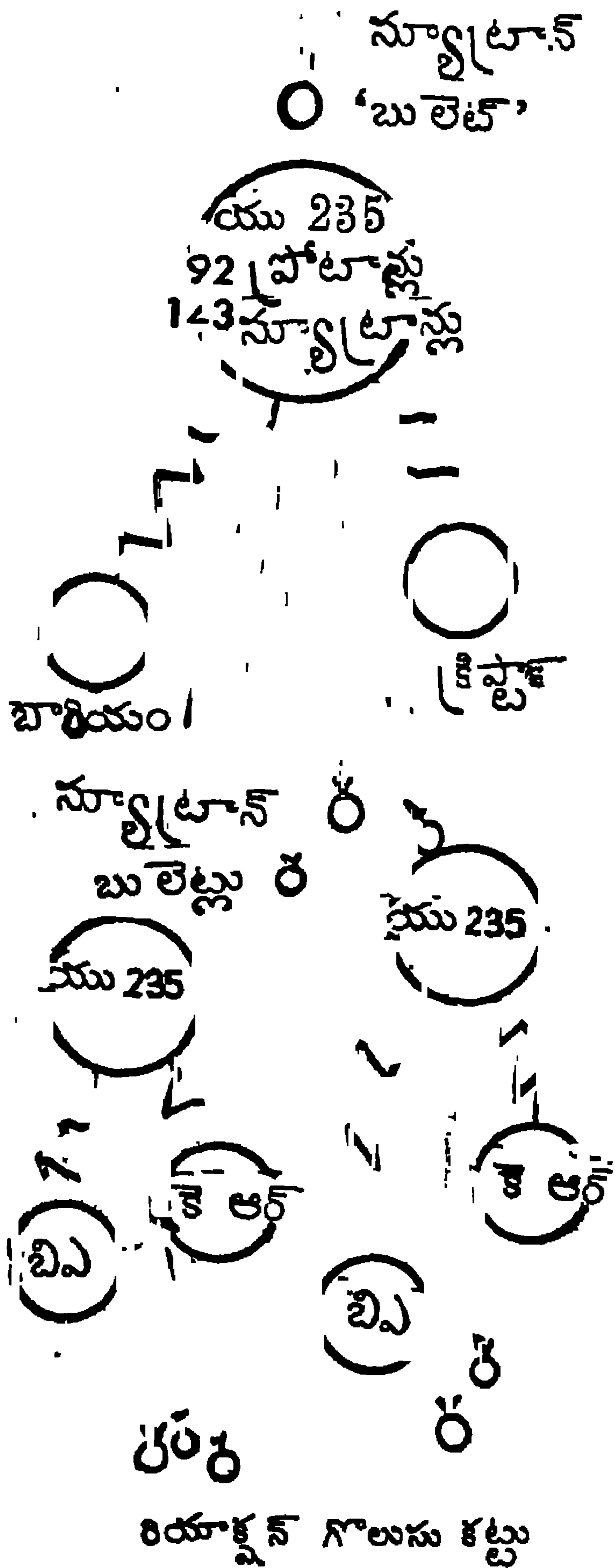

కేంద్రకంలో 8 ప్రోటానులు
9 న్యూట్రానులు
ఆమ్లజని అయిసోటోపు

ద్రవ్యాన్ని పూర్తిగా శక్తిలోకి మార్చడానికి వీలులేకపోయినా కొద్దిభాగపు మార్పును చేయడానికి ఆస్కారముందని, ఈ విధంగా, మీరు గమనిస్తారు. ఈ కొద్దిభాగపు మార్పులే బ్రహ్మాండమైన పరిమాణాలలో శక్తిని విముక్తం చేస్తాయి.

పరమాణు చీలిక పద్ధతి

చీలిక పద్ధతివలన ఏర్పడే పరమాణు శక్తి గురించి కథనం చేయడానికి ముందు పరమాణువులను గురించి ఇంకొక వాస్తవిక విషయాన్ని విశదం చేయాలి. ఒక ధాతువుయొక్క అన్ని పరమాణు కేంద్రకాలూ ఒక్కలాగే వుండవు. తాము వహించే న్యూట్రానుల సంఖ్యలో అవి విభిన్నంగా వుండవచ్చు.


కేంద్రకంలో 8 ప్రోటానులు
10 న్యూట్రానులు
ఆమ్లజని అయిసోటోపు



ఒక ధాతువుయొక్క విభిన్న రూపాలను 'అయిసోటోప్సు' అంటారు. చాలా ధాతువులకు ఒకటికన్నా ఎక్కువ రూపాలు, లేక అయిసోటోప్సు వుంటాయి. ఆమ్లజనికి మూడు వుంటాయి (ప్రక్కనున్న వివరణ చూడండి). యురేనియానికి రెండు వుంటాయి. సర్వసాధారణమైన దానిలో 92 ప్రోటానులూ, 146 న్యూట్రానులూ వుంటాయి. దీని పరమాణుభారం 238 వుంటుంది. అరుదుగా కనిపించే యురేనియం అయిసోటోపు 92 ప్రోటానులూ, 143 న్యూట్రానులూ, 235 పరమాణుభారం మాత్రమే కలిగివుంటుంది. ఈ రెండు అయిసోటోపులనూ 'యు–238', 'యు–235' అని పేర్కొంటారు. 140 యురేనియం పరమాణువులలో ఒకటి 'యు–235' అయి వుంటుంది. మిగతావన్నీ 'యు–238'.

యు–235లో న్యూట్రానుల కొరత దాని పరమాణువుకి చాలావింతరకమైననిలకడ లేనితనాన్ని ఆపాదిస్తుంది. ఏదైనా సంచరిస్తున్న న్యూట్రాను యు–235 పరమాణువుయొక్క కేంద్రకంలోనికి ఎగిరి చేరుకొంటే ఆ కేంద్రకం సాధారణంగా రెండు ముక్కల కింద చీలిపోతుంది. ఈ రెండు ముక్కలూ ఒక దానివద్దనుంచి యింకొకటి మహత్తర వేగంతో ఎగిరిపోతాయి. వాటిలో, మొట్టమొదట యు–235లో వుండే అన్ని ప్రోటానులూ, న్యూట్రానులలో చాలా భాగం వుంటాయి. ఉదాహరణకి ఒక ముక్కలో 56 ప్రోటానులూ, 82 న్యూట్రానులూ వుండవచ్చు. ఇది బేరియంధాతువుయొక్క పరమాణువు. రెండవ ముక్కలో 36 ప్రోటానులూ, 48 న్యూట్రానులూ వుండవచ్చు. ఇది క్రిప్టాను ధాతువుయొక్క పరమాణువుని ఏర్పరుస్తుంది. దీనివల్ల అన్ని ప్రోటానులూ లెక్క తేలుతున్నాయిగాని కొన్ని న్యూట్రాన్లు మిగిలి పోయాయని గమనించండి. ఈ న్యూట్రానులు అన్ని దిశలలోని ఎగిరి పోతాయి.

అదనపు యు–235 పరమాణువులు దగ్గరలో వుంటే మొదటి చీలికవలన మిగిలిన అదనపు న్యూట్రానులు ఆ పరమాణువుల చీలికకు కూడా తోడ్పడవచ్చు. వాస్తవానికి కావలసినన్ని యు–235 పరమాణు

వులు చుట్టుపక్కల వుంటే గొలుసు కట్టుగా రియాక్షను ఏర్ప డుతుంది. పరమాణువుల గొలుసు రియాక్షను ప్రోగులలో ఏం జరుగుతుందో ఒక విధంగా బోధపరుచుతుందికి దీనివలన కీలకం దొరికిందా?

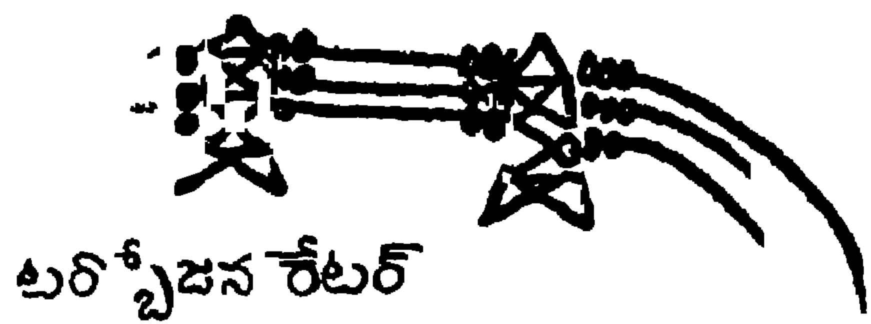


పరమాణు రియాక్టరు

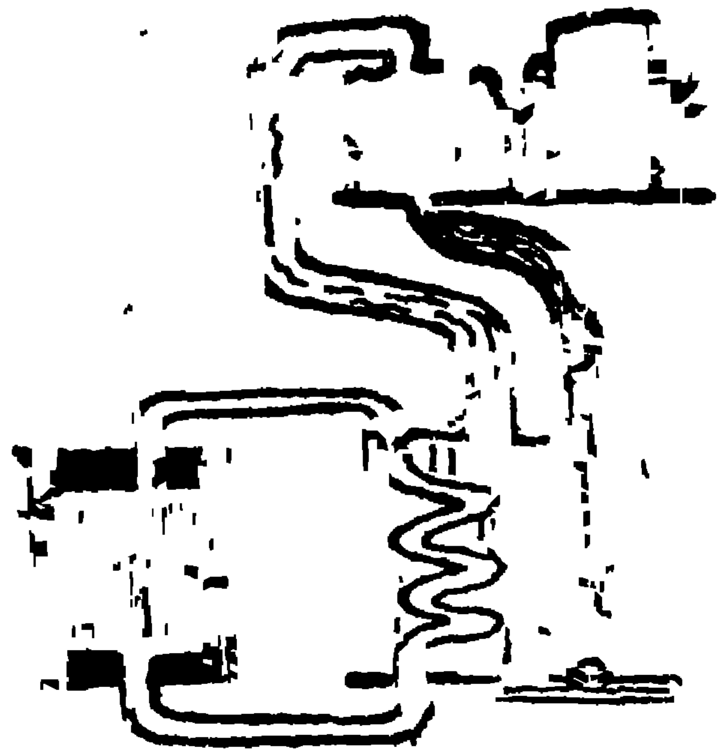
పరమాణుశక్తి రియాక్టర్లు

గొలుసు రియాక్షన్ ప్రోగులు, లేక పరమాణుశక్తిరియాక్టర్లు పెద్ద పరిమాణంలో యురేనియం ధాతువును కలిగివుంటాయి. ఈ యురేనియమును జాగ్రత్తగా ఇతర పదార్థాలతో బాటు అమరుస్తారు. అందుచేత గొలుసు రియాక్షన్ సంభవించినా దానిని అదుపులో పెట్ట డానికి వీలవుతుంది. అదుపులో పెట్టకుండా అది జరిగితే దాని మూలంగా ప్రమాదకరమైన ప్రేలుడు సంభవించవచ్చు. ఆటంబాంబులో ఈవిధ మైన విధానమే జరుగుతుంది. యు-235 రాసులను దగ్గరలోనికి తీసు కొస్తారు. అందుచేత అదుపులో లేని గొలుసు రియాక్షన్లు సంభవిస్తాయి. అన్ని యు-235 పరమాణువులూ ఒక్కసారి విచ్ఛిన్నమవుతాయి. చీలిక శ_ని విము_ చేస్తాయి. దానివల్ల కళ్ళు పోయేటంత మెరుపుతో వికిరణం జరుగుతుంది. మహత్తరమైన వేడిమి వుత్పన్న మవుతుంది.

చాలా రియాక్టర్లలో వాడే యురేనియం సాధారణమైన యురేనియమే. 140 పరమాణువులలో వొకటి యు-235; మిగతావన్నీ యు-238. ఈ కలగలుపు కొన్ని సమస్యలను వుత్పన్నం చేస్తుంది. గొలుసు రియాక్షను మొదలు అయేలోపున ఈ సమస్యలను పరిష్క రించాలి. యు-235 పరమాణువులు న్యూట్రానులను పట్టుకొన్నప్పుడు చీలినా, యు-238 పరమాణువులు చీలవు. అయితే 140 రెట్లు యు- 238 పరమాణువులు వుంటాయి కనుక అవి చాలామట్టుకు న్యూట్రాను లను పట్టుకొంటాయి. అందుచేత మనం యు-235 పరమాణువులు ఎక్కువ న్యూట్రానులను పట్టుకొనడానికి అవకాశం కల్పిస్తేనేగాని గొలుసు రియాక్షన్ ప్రారంభమవదు. న్యూట్రాను స్పీడుని తగ్గించడం వలన మనం ఇది ఏర్పాటు చేయవచ్చును. యు-238 పరమాణువులు



టర్బో జనరేటర్



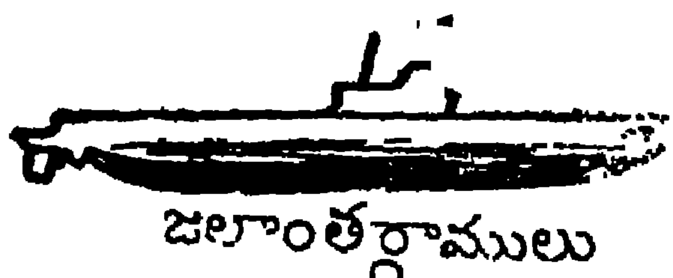
రియాక్టరు వేడిమి మార్పిడి పరికరం

పరమాణు శక్తి నిర్మాణ యంత్రం

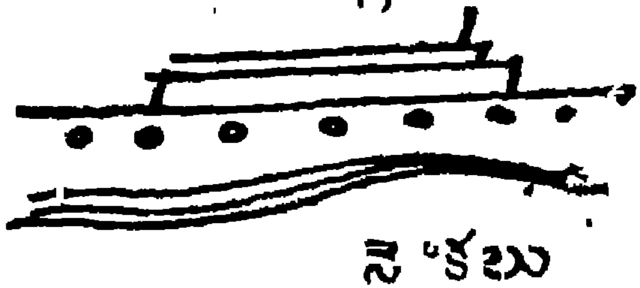
తక్కువ స్పీడులో వుండే న్యూట్రానులను పట్టుకోనవు. యు-235 మాత్రం పట్టుకొంటాయి.

న్యూట్రానుల స్పీడును తగ్గించడానికి యురేనియమును కడ్డీల కాడల రూపంలో రియాక్టరులో పెట్టవలసివుంటుంది. ఈ కడ్డీలు మోడరేటరు, లేక న్యూట్రాను స్పీడుతగ్గించే పరికరంతో పరివేష్టితమై వుంటాయి. ఇది కార్బను వంటిది. ఇప్పుడు ఒక యు-235 పరమాణువు చీలితే పెక్కు న్యూట్రానులను వదలి పెడుతుంది. ఈ న్యూట్రానులు కార్బనును దాటివెళుతున్న ప్పుడు వాటి వేగం తగ్గిపోతుంది. అందుచేత మిగతా యు-235 పరమాణువులు వాటిని పట్టుకొనడానికి ఆస్కారం ఎక్కువగా వుంటుంది. అందువల్ల అవి కూడా చీలుతాయి. యురేనియం కడ్డీల, కార్బనుకీ వుండే సంబంధాలను విభిన్నం చేయడంవలన గొలుసు రియాక్షనును ఉధృతం చేయవచ్చు. లేదా తగ్గించవచ్చు.

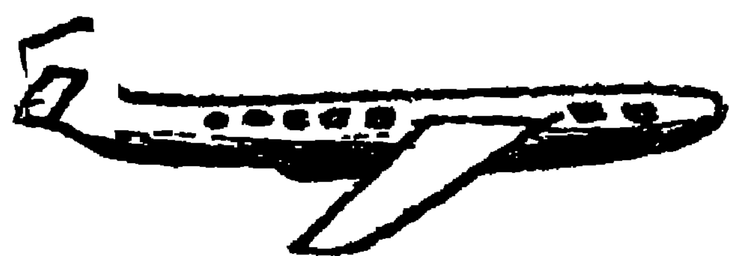
గొలుసు రియాక్షను జరుగుతున్నప్పుడు గొప్ప పరిమాణంలో వేడిమి కూడా పుడుతుంది. ఈ వేడిమిని నీళ్ళు మరగపెట్టడాని, ఆవిరిని వుత్పత్తి చేయడాని వుపయోగించవచ్చు. ఆ తరవాత ఈ ఆవిరినే ఆవిరి టర్బయినను యంత్రాలను తిప్పడానికి వుపయోగించ వచ్చు. ఆ యంత్రం యితర యంత్రాలనుగాని, ఎలెక్ట్రిక్ జనరేటర్లను గాని తిప్పడానికి వినియోగించవచ్చు. పరమాణు శక్తివలన అధిక పరిమాణంలో విద్యుచ్ఛక్తిని వుత్పత్తి చేయవచ్చు. ఒకనాడు మనం వుపయోగించే విద్యుచ్ఛక్తిలోని ఎక్కువభాగం ఈవిధంగానే తయారవుతుంది.



జలాంతర్గాములు



నౌకలు



విమానాలు



మోటారుకార్లు



ఇళ్ళకు వెచ్చదనం

పరమాణుశక్తితో ఇప్పటికే జలాంతర్గాములు నడుస్తున్నాయి, నౌకలు, రైళ్ళు, చివరకు విమానాలూ, బహుశా మోటారుకార్లూ ఒకనాడు పరమాణుశక్తిని వుపయోగించుకొంటాయని శాస్త్రజ్ఞులు చెప్తున్నారు. ఒకనాడు, బహుశా శీతల దేశాలలోని యిళ్ళల్లో నేల మాళ్యంలో వుండే చిన్న రియాక్టర్లవల్ల వెచ్చదనం సరఫరా చేయవచ్చు. కార్లలోనూ, యిళ్ళలోనూ వాడే చిన్న రియాక్టర్లవల్ల వచ్చే పెద్ద సమస్య ఏమిటంటే వాటిని వికిరణ కవచాలతో రక్షించాలి. దీని సంగతి తరవాతి పేరాగ్రాఫులో చర్చిస్తాం.

అపాయం!

యు-235 పరమాణు చీలిక వేడిమినేకాక వికిరణాల, లేక రేడియేషన్ల ప్రమాదాన్ని కూడా తెచ్చిపెడుతుంది. సజీవ ప్రాణుల

పైన ఈ రేడియేషన్ ఫలితాలు చాలా ప్రమాదకరంగా వుంటాయి. వీటికి ఎవరైనా వ్యక్తి కొద్ది క్షణాలసేపు గురిఅయితే, వ్యాధిగ్రస్తుడై మరణిస్తాడు. ఈ కారణంచేతనే పరమాణు రియాక్టర్లను దళసరి కాంక్రీటు గోడలతోనూ, యితర పదార్థాలతోనూ జాగ్రత్తగా సంరక్షిస్తారు. చాలా అడుగుల మందం వుండే గోడలు రేడియేషన్లను తగ్గించి చివరకు ఆపివేయగలుగుతాయి.

అపాయం

అయితే ఇంకొక ప్రమాదంకూడా వుంది. పరమాణు చీలిక విధానంవలన జనించే రేడియేషన్లు దగ్గరలోవున్న వస్తువులనుకూడా మార్చివేసి అవికూడా రేడియేషను ప్రమాదాలను వుత్పత్తి చేసేటట్లు పనిచేస్తాయి. అటువంటి పదార్థాలు రేడియో యాక్టివ్ అయినవని చెప్తారు. ఉదాహరణకి పరమాణు రియాక్టరులోనికి చొచ్చుకొని వెళ్ళిన గాలి మళ్ళా బయటికి వచ్చిం దనుకోండి, ఆగాలి రేడియోయాక్టివ్ అయి, దాని నెవరు పీల్చినా ప్రమాదం వాటిల్లుతుంది.

రేడియో యాక్టివిటీ

రేడియో యాక్టివ్ పదార్థాలను వాడడం

అయితే రేడియో యాక్టివతనాన్ని మేలు చేయడానికి కూడా వుపయోగించవచ్చు. ఉదాహరణకి చిన్న మొత్తంలో ఒక పదార్థాన్ని పరమాణు రియాక్టరులో పెట్టి దాన్ని రేడియోయాక్టివ్ చేయవచ్చు. దీన్ని మొక్కల ఎరువులో కలిపి వాడితే చెట్లు ఈ ఎరువును ఆహారంగా వుపయోగించుకొంటాయి. శాస్త్రజ్ఞులు చాలా సున్నితమైన పరికరాలను, కీలకం కనుక్కోడానికి, వుపయోగించి రేడియోయాక్టివ్ ఎరువు మొక్కలో ఏవిధంగా కదులుతూవున్నా, ఎక్కడికిపోయినా గుర్తించగలరు. ఈ పరిశోధనవల్ల చెట్లు ఆహారాన్ని ఎలా వుపయోగించుకొంటాయో శాస్త్రజ్ఞులు బోధపరుచుకోగలరు.

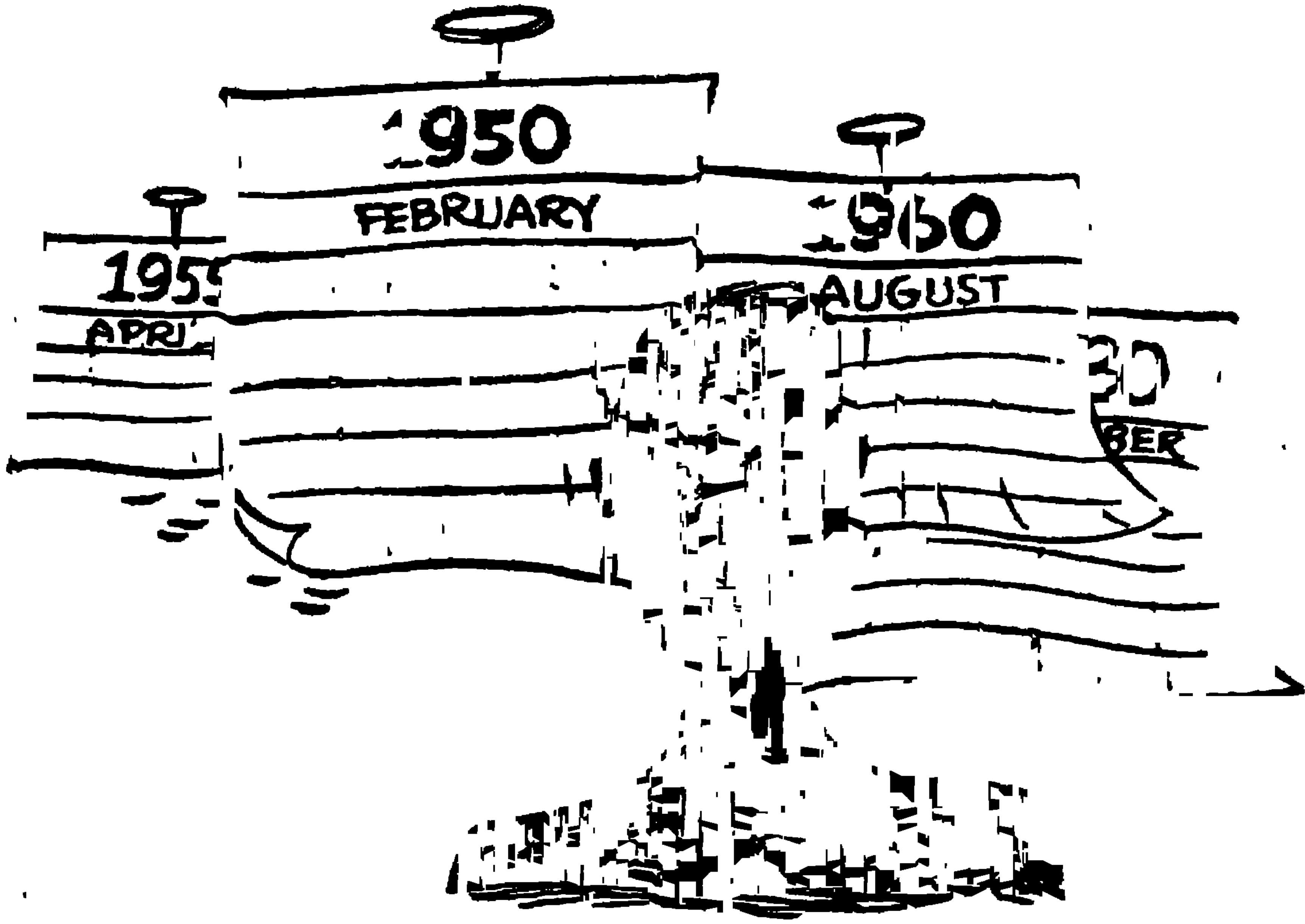


ఇదేవిధంగా మన శరీరంలోని గ్రంథులూ, అవయవాలూ ఎలా పనిచేస్తాయో రేడియోయాక్టివ్ పదార్థాలను వాడి తెలుసుకోవచ్చు. అంతేకాదు. వివిధరకాల రుగ్మతలను కనిపెట్టి ఆ రోగాలను నయం చేయడానికి వైద్యుల రేడియోయాక్టివ్ పదార్థాలు తోడ్పడతాయి. ఉదాహరణకి మెడలో వుండే థైరాయిడుగ్రంథి సక్రమంగా పని చేయనప్పుడు ఏ వ్యక్తిఅయినా చికాకూ, అలసటా పొందవచ్చు. బహుశా ఆ వ్యక్తి ఎక్కువగా ఉద్రేకపడవచ్చు. నరాల బలహీనత పొందవచ్చు. అటువంటి రోగికి అతిస్వల్పమొత్తంలో రేడియో యాక్టివ్ తనం

గల అయొడిన్ ఇచ్చి ఆ థైరాయిడ్ గ్రంథి ఎంత బాగా పనిచేస్తుందో డాక్టరు తెలుసుకోవచ్చు. థైరాయిడ్ గ్రంథి అయొడిన్నును వివిధ రేట్లలో జీర్ణం చేసుకొంటుంది. ఇది ఆ గ్రంథి ఎంత బాగా పనిచేస్తున్నదో ఆ స్థితిని బట్టి జరుగుతుంది.

పరమాణు కలయికను యింకా బాగా మచ్చిక చేసుకోలేదు. మహత్తర ప్రమాద కారణమైన హైడ్రోజన్ బాంబులలో ఈ పరమాణు కలయికను మానవులు వుపయోగించారు. ఈ విధానపు స్పీడును తగ్గించి యితర వ్యాపకాలలో దానిని వుపయోగించే పద్ధతులను కనిపెట్టలేకపోతున్నాం. పరమాణు కలయికపద్ధతిలో ఉదజని ఎలా పని చేస్తుందో మేము ఇంతకుముందే 18, 19 పేజీలలో తెలియబరిచాం. పరమాణు కలయికలో 2 ఉదజని కేంద్రకాలు లేక రెండు ప్రోటానులు ఒక హీలియం పరమాణువుయొక్క కేంద్రకాన్ని తయారుచేయడానికి రెండు న్యూట్రానులతో సమ్మేళనం పొందుతాయి.

ఈ విధంగా పరమాణు కలయికను తయారుచేయడానికి మహత్తర ఉష్ణోగ్రతలూ, వత్తిడులూ అవసరమవుతాయి. కాబట్టి హైడ్రోజన్ బాంబుని పేల్చడానికి ప్రత్యేకమైన తుపాకీమీట పరికరం అవసరమవుతుంది. ఈ మీట, ఉదాహరణకి, సాధారణమైన యురేనియం ఆటంబాంబు కావచ్చు. హైడ్రోజన్‌బాంబు పేలినప్పుడు పరమాణు కలయిక ప్రదేశంలో ఉష్ణోగ్రత కొన్ని లక్షల డిగ్రీలవరకూ పెరిగిపోతుంది. మానవుడికి తెలిసిన ఏ పదార్థమూ యింత వేడిమిని భరించలేదు. అందుచేత, ప్రస్తుతానికి పరమాణు కలయికవల్ల వుత్పన్నమయ్యే శక్తిని వినియోగించుకొనే మార్గం లేదు. ఒకనాడు, పరమాణుకలయిక విధానాన్ని తక్కువస్పీడులో జరిగించే పద్ధతిని మానవులు కనుక్కోగలిగి, దానిని చిన్న స్కేలులో వుత్పత్తిచేసి పనికొచ్చే రీతిగా వినియోగించుకొంటారని మనం ఆశిద్దాం. ఆ రోజు వచ్చినప్పుడు మానవజాతికి తాను వాడుకోగలిగినంత శక్తి దొరుకుతుంది. ఎందుచేత నంటే, ఉదజని పుష్కలంగా లభ్యమవుతుంది. అంతులేని శక్తితో మానవుడు శాస్త్రాలలో, పరిశ్రమలలో, కళలలో చేయగలిగినదానికి అంతన్నదే వుండ



32

భవిష్యత్తు లోనికి

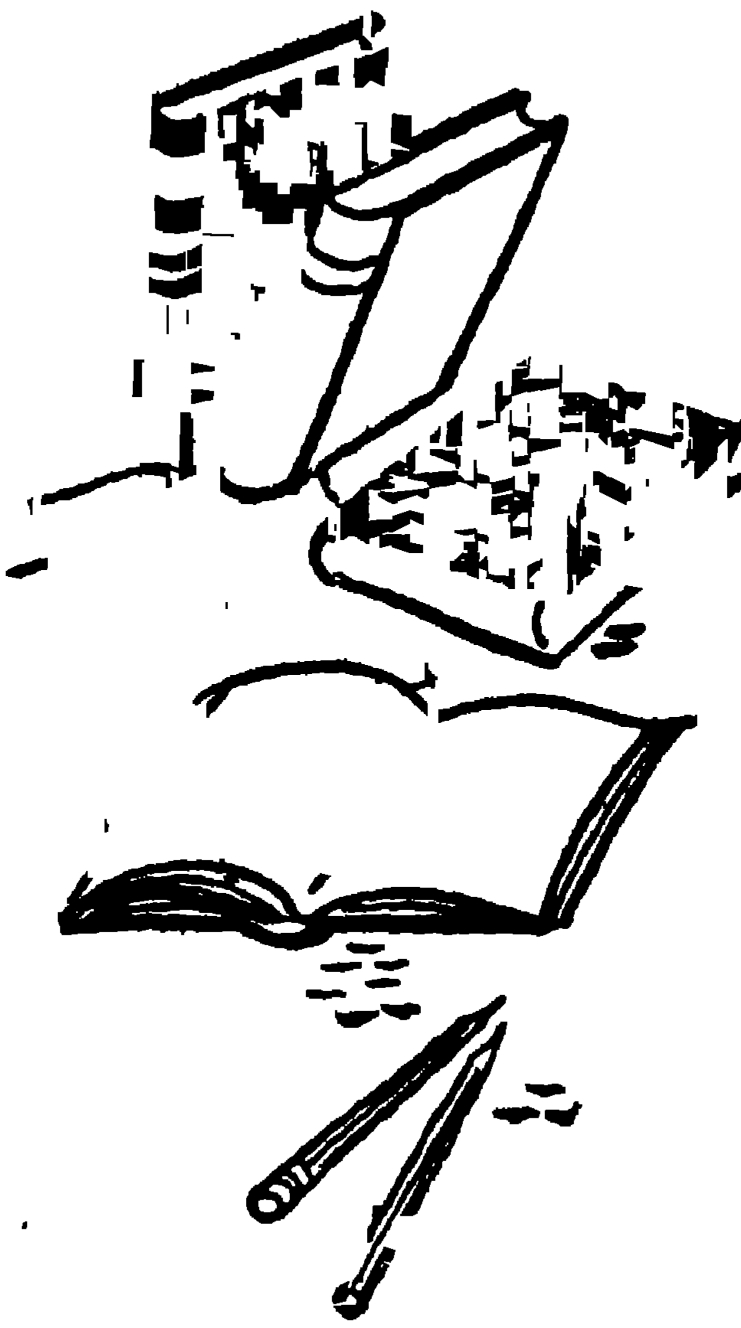
తొంభై సంవత్సరాల క్రిందట అమెరికా దేశపు పేటెంటుబ్యూరో డైరెక్టరు తన వుద్యోగానికి రాజీనామా యిచ్చాడు. అందుకు కారణాలను ఆయన వివరించాడు. కొత్త విషయాలను చాలా కొద్దిగా కనిపెడుతున్నారట. అసలు కనిపెట్టవలసినవి చాలా స్వల్పంగా ఉన్నాయట. ఆయన అంతతో వూరుకోలేదు. సాధ్యమైన ప్రతి విషయాన్నీ అప్పటికే కనిపెట్టడం జరిగిపోయింది కనుక పేటెంటు ఆఫీసు తలుపులు మూసేసుకోవడం చాలా వుత్తమమని కూడా చెప్పాడు.

అయితే అప్పటినుంచి యిప్పటిదాకా శాస్త్రీయ అభ్యుదయం మొత్తంమీద కడచిన శతాబ్దాలలో ఎంత జరిగిందో రమారమి అంత జరిగింది. ఆ మాటకొస్తే పూర్వ శతాబ్దాలలో జరిగిన వాటికన్నా ఎక్కువే జరిగిందనవచ్చు. ఎలెక్ట్రిక్ లైట్లు, ఏరోప్లేనులు, రేడియోలు, చలనచిత్రాలు, పరమాణు రియాక్టర్లు మొదలైనవి కనిపెట్టడం అప్పట్నుంచే జరిగింది. ఈ జాబితాలో చాలా తక్కువ విషయాలనే పొందుపరిచాం.

ఈ రోజుల్లో ఎవరైనా, కనిపెట్టవలసిన సర్వ విషయాలనూ అప్పుడే జరిగిపోయిందని ప్రకటిస్తే-ఏడాది తిరగక ముందే అతడి ప్రక

టన శుద్ధ తప్పని కచ్చితంగా నిరూపించవచ్చు. శాస్త్రీయరంగంలో ముఖ్యమైన విషయాలను కనుక్కోడం, కొత్త పరికరాలను సృష్టించడం నిరంతరం సాగుతూనే వుంది. వాటి ప్రకటనలు నిత్యం వింటూనే వున్నాం.

ఈ పుస్తకంలోని పేజీలను మీరు చదువుతున్నప్పుడు కొత్త విషయాలసృష్టి ఒకే ఒకవ్యక్తి మేధస్సునుండి అరుదుగా జరుగుతుందనే విషయాన్ని మీరు గుర్తించి వుంటారు. ఏదైనా కొత్త విషయాన్ని కనిపెట్టిన ఘనత, గౌరవం ఏ వ్యక్తికైనా ఆపాదించినప్పుడల్లా అతడు తనకు పూర్వం వ్యక్తులు సేకరించిన విజ్ఞాన సంపదపైన ఆధారపడే ఆ కొత్త విషయాన్ని సృష్టించడం జరుగుతుంది. అంతకు ముందే యితర వ్యక్తులు కన్ను, కాంతి, విద్యుచ్ఛక్తి మొదలైన వాటిని పరిశీలించి వుండకపోతే, ఆ అపార విజ్ఞానాన్ని ఎడిసన్ అందుబాటులో వుంచకపోతే ఎడిసన్, బహుశా, తన చలన చిత్రాల యంత్రాన్నీ, విద్యుద్దీపాన్నీ సృష్టించడం సాధ్యమయ్యేదే కాదు. ఎడిసన్ గ్రంథాలను పఠించాడు. శాస్త్రీయ నివేదికలను అధ్యయనం చేసి, ఈ వ్యక్తులు కనిపెట్టిన యథార్థాలను తెలుసుకొన్నాడు. అందుచేత ఆయన ఆ సంగతులనే మళ్ళా తనకు తానుగా కనుక్కోవలసిన అవసరం తప్పింది. వాటిని వుపయోగించుకొని ముందుకు సాగి స్వంతంగా కొత్త విషయాలను కనిపెట్టి నూతన నిర్మాణాలను చేయడానికి వీలైంది.



అయితే ఇది ఒక్కటే ఉదాహరణకాదు. కొద్దిపాటి తార్కాణాలలో ఒకటికూడా కాదు. శాస్త్రీయ ప్రపంచంలో నిత్యం జరుగుతూవుండేవాటికి ప్రత్యేకమైన ఉదాహరణ.అన్ని దేశాల వ్యక్తులూ అన్ని సిద్ధాంతాల వాళ్లూ ప్రపంచ విజ్ఞాన సంపదని పెంపొందించ

డానికి పలురకాలుగా పాటుపడుతున్నారు. ఈ అపార విజ్ఞాన నిలయం మనందరి పుస్తకాల రూపంలో లభ్యమవుతూ, ముందుకు, ముమ్ముందుకు సాగి క్రొత్త విషయాల సృష్టికీ-క్రొంగ్రొత్త శాస్త్రీయ మహోద్భుతాల సాధనకూ తోడ్పడుతూంది.

ఈ విజ్ఞానం అక్కడే వుంది. దానిని చదవవలసిన బాధ్యత మీది. వివిధ గ్రంథాలనుండి విజ్ఞాన సముపార్జనచేసి, ఆ విజ్ఞానాన్ని నిచ్చెనగా చేసుకొని మహత్తర నవీనసృష్టికి ఆరోహణ కార్యదీక్షను వహించే భావికాలపు ఎడిసన్ ఎవరు? అతడు మీరే కావచ్చు.

శరీరసౌఖ్యములకు, సంసారచింతలకు, పుత్ర మిత్రాదులపై గల మమకారములకును లోబడక, మోసపోక చిక్కుకొనక మన బంధములను, మన అజ్ఞానగుణములను, మన తాపత్రయములను నశింపజేయునట్టి భక్తవత్సలుని పరమేశ్వరుని పరంధాముని నిరంతరమును భజించుచు పరమ భక్తుల, సాధుపుంగవుల, మహాజ్ఞానుల యాశీర్వాదభాగ్యమును కూడ సమకూర్చుకొని మన జీవితయాత్రను గడుపుదము. నీ యభిప్రాయమేమి ?

భార్యచెప్పుట--నాథా, మీరు చెప్పిన విషయములన్నియు నాకు చాలా బాగుగా యున్నవి. అశాశ్వతమైన లోకముపై, దేహముపై, సంసారముపైని గల వ్యామోహములను చంపుకొని, పరమపావనమంగళమూర్తియగు పరమాత్ముని భజించుచుండుటయే మనయొక్క పరమకర్తవ్యము.

మన జీవితములో అనేకులు కోటీశ్వరులు, దరిద్రులు, విద్వాంసులు, ప్రభువులు, భక్తులు, సాధువులు, మహనీయులున్ను శరీరాదులను విడిచివెళ్లిరను విషయమును స్వయముగా చూచినాము, వినియున్నాముకూడ. కనుక తప్పకుండ ఇక నుండి సంసారసంబంధమును, సంపాదనకృత్యములను, బంధుమిత్రాదుల సంబంధమును వదలివేసి, సర్వదా సత్సంగముతో, సద్గ్రంథపఠనతో, భగవన్నామసంకీర్తన, జప ధ్యానములతో, ఆత్మానాత్మవిచారణతోను క్రమక్రమముగా దేహ మనస్సులే నేను యను అభిమానమును తొలగించుకొని ఆత్మ పరమాత్మలో ఏకమగుటకు ప్రయత్నము చేయుదము. మన ప్రయత్నములకు దేవతలు, ఋషులు, [illegible]

ప్రకృతిమాతయు తోడ్పడుదురుగాక ! మన గమ్యస్థానమగు పరబ్రహ్మమునందు ఐక్యమొందుదుముగాక !



సంసారు లెవరు ? సన్న్యాసు లెవరు ?

శ్లో. సర్వధర్మా న్పరిత్యజ్య మా మేకం శరణం వ్రజ।
అహం త్వా సర్వపాపేభ్యో మోక్షయిష్యామి మాశుచః॥

ధర్మాధర్మములతో కూడినవారు సంసారులు. ధర్మాధర్మములకు ఆధారమైన లేక అతీతమైన పరమాత్మదృష్టితో కూడియున్నవారు సన్న్యాసులు. నామరూపములతో సుఖపడువారు సంసారులు. నామరూపములు లేని ఆత్మస్వరూపముతో సుఖపడువారు సన్న్యాసులు. ముఖ్యముగా దేహమును పోషించుకొనువారు సంసారులు. దేహిని (ఆత్మను) పోషించుకొనువారు సన్న్యాసులు.

వస్తువులతో సుఖించువారు సంసారులు. భావముతో సుఖించువారు సన్న్యాసులు.

ప్రపంచమును శరణుపొందియున్నవారు సంసారులు. సర్వేశ్వరుని శరణుపొందియున్నవారు సన్న్యాసులు.

అన్నిచోట్లను నామరూపములనే గాంచువారు సంసారులు. అన్నిచోట్లను పరబ్రహ్మమునే గాంచువారు సన్న్యాసులు.

మాటలతో తుష్టిపొందువారు సంసారులు. మౌనముతో తృప్తినొందియుండువారు సన్న్యాసులు.

ఇంద్రియ విషయసుఖముల కోరువారు సంసారులు. నిర్విషయసుఖమునే సర్వదా కాంక్షించువారు సన్న్యాసులు.

ఇతరుల మనోవాక్కాయములు చేయు తప్పొప్పులను వెదకుచుండువారు సంసారులు. తమ మనోవాక్కాయముల లోని మంచి చెడ్డలకు అతీతులగుటకు సర్వదా ప్రయత్నించు చుండువారు సన్న్యాసులు.

కాలమును స్వార్థసుఖమునకు వినియోగించువారు సంసారులు. కాలమును జగత్కల్యాణమొనర్చుటకొఱకు విని యోగించుచుండువారు సన్న్యాసులు.

అనిత్యములైన ధనధాన్యాది ప్రపంచ నామరూపములపై ప్రీతి నుంచువారు సంసారులు. ఈ ప్రపంచమునకు ఆధారభూతు డైన పరమాత్మయందు ప్రీతికలిగియుండువారు సన్న్యాసులు.

నా వస్తువులు, నా బంధుమిత్రాదులు అను మమకార ముతో నుండువారు సంసారులు. నా వస్తువు పరమాత్మ తప్ప అన్యమేమియున్నలే దను దృఢనిశ్చయముతో నుండువారు సన్న్యాసులు.

సుఖదుఃఖములతో, స్తుతినిందలతో, లాభనష్టములతో, శత్రు మిత్రాది భేదభావములతో, రాగ ద్వేష భయాది గుణవికారము లతో నుండువారు సంసారులు. సర్వత్ర సర్వకాల సర్వావస్థల యందును పరబ్రహ్మమును మరువకయుండువారు సన్న్యాసులు.

దేహము నే ననుకొనువారు సంసారులు. దేహము నేను గాను, పరమాత్మయే నా స్వరూప మని తెలిసికొని తమ్ము తాము మరువకయుండువారు సన్న్యాసులు.

పుస్తకములను చదివి శ్రవణము చేసి సంతోషించువారు సంసారులు. మస్తకమును అనగా హృదయమును చదివి పరిశుద్ధ మొనర్చుకొనుచు ఆనందించువారు సన్న్యాసులు.

జనసంఘముతో నుండుటయందు ప్రీతికలవారు సంసారులు. ఏకాకిగా ఆత్మనిష్ఠతో నుండుటయందు ప్రీతికలవారు సన్న్యాసులు.

బహిర్ముఖదృష్టి కలవారు సంసారులు. అంతర్ముఖదృష్టి కలవారు సన్న్యాసులు. త్రిగుణములతో ప్రవర్తించువారు సంసారులు. త్రిగుణములను రహితము చేయుచుండువారు సన్న్యాసులు.

కొలదిమందినే నావారు యని తలంచువారు సంసారులు. అందరున్ను నావారే యను నిశ్చయముతో నుండువారు సన్న్యాసులు.

ఇంద్రియ విషయభోగములను అనుభవించుటకొరకే పుట్టితి మను నిశ్చయముతో ప్రవర్తించువారు సంసారులు. ఇంద్రియము లను నిగ్రహించి కైవల్యసుఖము నొందుటకొరకే పుట్టితిమను నిశ్చయముతో ప్రవర్తించువారు సన్న్యాసులు.

అపకారము చేయువారిని బాధించువారు సంసారులు. అపకారులకు ఉపకారముచేసి పవిత్రులనుచేయుటకు పాటుపడు వారు సన్న్యాసులు.

అన్నముపెట్టువారు సంసారులు.
అమృతముపెట్టువారు సన్న్యాసులు.

గురువులు శిష్యుల నేమిప్రశ్నల వేయవలెను?

శ్లో॥ కచ్చి దేత చ్ఛ్రుతం పార్థ త్వయైకాగ్రేణచేతసా ।
కచ్చి దజ్ఞానసమ్మోహః ప్రణష్ట స్తే ధనంజయ ॥

తా॥ అర్జునా, నేను చెప్పిన కర్మ భక్తి యోగ జ్ఞాన ధర్మములను నన్నిటిని ఏకాగ్రదృష్టితో వింటివా? నీలోగల అహం మమత లనెడి అజ్ఞానదోషములు భ్రాంతులు నశించినవా? అని శ్రీకృష్ణభగవానుడు ప్రశ్నించెను.

శ్లో॥ కచ్చి త్తేని ర్జితా విఘ్నా కచ్చిత్తే వర్ధతే తపః ।
కచ్చి త్తే నియతః క్రోధః ఆహారశ్చ తపోధనే ॥

తా॥ తపోధనురాలా, విఘ్నములు జయింపబడుచున్నవా? తపస్సు అభివృద్ధి యగుచున్నదా? ఆహారనియమము, క్రోధ నియమమును గలిగి యున్నారా? అని సీతా లక్ష్మణ సహితముగా శ్రీరామచంద్రుడు శబరిదగ్గరకు రాగానే ప్రశ్నల వేసెను. ఇట్లే,

శ్రీ సద్గురువులుకూడ తమవద్దకు వచ్చిన శిష్యులను, భక్తులను ప్రశ్నల వేయుచుందురు. ప్రశ్నలద్వారా శిష్యుల హృదయములను పరీక్షచేసి శిష్యుల అభివృద్ధికి తోడ్పడుచుందురు.

కష్టములను సహించలేనప్పుడే క్రోధము వచ్చును. ఆహార నియమము గలవారికే క్రోధమును నిగ్రహించేశక్తి కల్గును. క్రోధమును నిగ్రహించినప్పుడే పరమాత్మను మరుపు చేయించు నష్ట విఘ్నములు వచ్చినను సులభముగా తొలగిపోవును. విఘ్నములు తొలగినప్పుడే తపస్సు వృద్ధియగును. తపస్సు వృద్ధియైనప్పుడే త్రిగుణములు జయింపబడి ఆత్మసుఖము స్థిరపడును. ఇది

శ్రీరాముని ప్రశ్నలలోని విశేషార్థము.

ఈ రోజులలోగల గురువులలో చాలామంది పైజెప్పబడిన శ్రీరామునివలె, శ్రీకృష్ణభగవానునివలె ప్రశ్నల వేయక 'గృహస్థ శిష్యులు, భక్తులును దగ్గరకు వచ్చినపుడు' క్షేమముగా నున్నారా? దంపతులు అన్యోన్యము సామ్యభావముతో నుంటున్నారా? మీ పిల్లలు క్షేమముగా నున్నారా? వారు చదువు కొనుచున్నారా? మీ బిడ్డలకు వివాహము లైనవా? కోడండ్రు అల్లుళ్లును వచ్చినారా? మీమనుమలు మనుమరాండ్రును సుఖముగానుండి చదువుకొనుచున్నారా? కట్నము లివ్వబడుటచే ఆస్తులు పెరుగుటగాని తరుగుటగాని జరిగినదా? మీ వ్యాపారము, వ్యవసాయమును బాగుగా సాగుచున్నదా? మీ కుటుంబములోనివారిని మీ బంధుమిత్రులను మాకు చూపలేదే? అని అడుగుచుందురు.

ఇట్లడుగుట శిష్యులను గురువులు చెడగొట్టుటయే యగును. శిష్యులు ప్రవృత్తివిషయములోనికి పోవుచున్నపుడు గురువు వారిని నివృత్తి (విరక్తి) మార్గములోనికి మరలింపవలెను. ప్రవృత్తిని మరుపుచేయించవలెనేగాని ప్రకృతివిషయములను గుర్తునకు రానీయరాదు. పరమాత్మ వైపునకు, విరక్తి వైపునకును శిష్యులహృదయములను త్రిప్పుచుండవలెను.

బ్రహ్మచారులు వానప్రస్థులు సన్న్యాసులున్ను వచ్చినప్పుడు వారిని పరీక్షించి సంస్కారమును గుర్తించి కర్మ, భక్తి, యోగ, జ్ఞాన మార్గములలో నొక్కదానిని ముఖ్యముగా బోధించి నడిపించుచుండవలెనేగాని స్వార్థదృష్టితో సేవచేయించుకొనుటకొరకు కీర్తి ప్రతిష్ఠలు కలుగుట కొరకును చేర్చుకొనరాదు. పోషించరాదు.

అల్పఫల పుణ్యకర్మలు

(1) ఔషధముతోపాటు పథ్యము చేయనిచో ఫలమల్పము.

(2) దైవస్మరణతో పాటు ధర్మాచరణ (సత్యధర్మ ప్రవర్తనలు) లేనిచో ఫల మల్పము.

(3) భగవద్భజనతోపాటు భగవంతునిపై భక్తి (దృష్టి) లేనిచో ఫలమల్పము

(4) దైవపూజతోపాటు భూతదయలేనిచో ఫలమల్పము.

(5) భగవన్నామ జపముతోపాటు పరమాత్మ ధ్యానమందు దృష్టి నిలువనిచో ఫలమల్పము.

(6) సేవతోపాటు నిష్కామభావన లేనిచో ఫలమల్పము.

(7) జ్ఞానముతోపాటు నిష్కపటము సమత్వదృష్టియు లేనిచో ఫలమల్పము.

(8) గృహస్థుడుగా యుండియు న్యాయార్జన లేనిచో సుఖమల్పము.

(9) సన్న్యాసిగా యుండి ఆశలతో నున్నచో సుఖమల్పము.

(10) ఆచరణలేని ఉపనిష ద్గీతాది పారాయణల ఫలమల్పము.

(11) గుర్వాజ్ఞలకు వ్యతిరేకముగా వర్తించినచో ఉపదేశ స్వీకార ఫలమల్పము.

(12) వినయ విధేయతలు లేనిచో సజ్జన సహవాస ఫలమల్పము.

(13) ఆచరించకుండ ఇతరులకు బోధించినచో ప్రయోజన మల్పము.

(14) ఇతరులసొమ్మును తీసికొని పుణ్యకర్మల జేసినచో సత్ఫల మల్పము.

మనశ్శాంతి ఎప్పుడుగల్గును ?

భార్యను సుఖపెట్టవలె నను ప్రీతి భర్త కున్నప్పుడును, భర్తకు అనుకూలముగా వర్తించవలె నను యిచ్ఛ భార్యకున్నపుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

తల్లిదండ్రులకు సంతోషము గలుగునట్లు నడువవలెనని బిడ్డలకున్నప్పుడును, బిడ్డలు శ్రేయస్సు నొందవలెనను ప్రీతి తల్లిదండ్రులకున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

యజమాని చెప్పినట్లు నడువవలెనని నౌకరునకున్నప్పుడును, నౌకరు క్షేమముగా నుండవలెనను క్షేమ యజమానునకున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

రాజాజ్ఞప్రకారము నడువవలెనని ప్రజలకున్నప్పుడును, ప్రజలు సౌఖ్యము నొందవలెనను కోరిక రాజునకున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

గురువుచెప్పినట్లు నడువవలెనని శిష్యులకున్నప్పుడును, శిష్యులు కృతార్థులు కావలెనను కోరిక గురువునకున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

సాధు సన్న్యాసులను పోషించవలెనను కోరిక గృహస్థులకున్నప్పుడును, గృహస్థులనేమియు యాచించరాదను నిశ్చయము సాధుసన్న్యాసుల కున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

దేవునిపై అనన్య 'అచంచల' భక్తితో ఆధారపడి భక్తుడున్నప్పుడును, ఇతడు నా పరమ భక్తుడనెడి అభిమానము దేవున కున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

ఆత్మకన్యముగా జగము లేదను నిశ్చయమున్నప్పుడును, జగమున కన్యముగా ఆత్మ లేదను నిశ్చయమున్నప్పుడును మన శ్శాంతి గల్గును.

సంకల్పములకు వేరుగా నామ రూప క్రియలు లేవను నిశ్చయ మున్నప్పుడును, నిర్వికల్ప స్వరూపమునకు వేరుగా పర మాత్మసుఖము లేదను నిశ్చయముతో మరువక యున్నప్పుడును మనశ్శాంతి గల్గును.

పంచ మహాభూతములు - మోక్షము

శ్లో॥ భూమిరాపోఽనలో వాయుః ఖం మనోబుద్ధి రేవ చ।
అహంకార ఇతీయం మే భిన్నాప్రకృతిరష్టధా ॥
అ. 7, శ్లో. 4

మానవుడు కేవలము పరబ్రహ్మస్వరూపు డైనప్పటికిని పంచ మహాభూతములయొక్క గుణములతో కలిసియుండుట వలన జీవు డనబడెను. జనన మరణములు పంచభూతములతో కలిసియుండుటవలననే కలుగుచున్నవి.

జీవుడు పంచ మహాభూతములనుండి విడుదల నొందుటయే కైవల్యము 'మోక్షము' యనబడును.

జీవుడు పంచ భూతములలో కలిసియుండుటవలన పంచ భూతములచే నిర్మింపబడిన మానవాది జీవులచేతను ధనాది వస్తువుల

చేతను భయమొందుచున్నాడు. ఒకప్పుడు వాటిపై మోహ మొందుచున్నాడు. మరొకప్పుడు వాటిని ద్వేషించుచున్నాడు.

పరమాత్మనుండి మూలప్రకృతి పుట్టినది. ప్రకృతినుండి ఆకాశము, ఆకాశమునుండి వాయువు, వాయువునుండి అగ్ని, అగ్నినుండి జలము, జలమునుండి భూమియు పుట్టినవి.

పంచభూతములలో పడిపోయిన మానవుడు 'జీవుడు' నిత్యానిత్య వస్తువిచారణ 'ఆత్మానాత్మ విచారణ' చేతను, అభ్యాస వైరాగ్యములచేతను ఒక్కొక్క భూతమును క్రమముగా దాటి తన స్వస్థానమైన పరబ్రహ్మములో కలిసిపోవలెను. అప్పుడు పంచభూతములచే నేర్పడిన స్థూల సూక్ష్మ కారణ శరీరములు పంచభూతములలోనే కలిసిపోవుటవలన జనన మరణములు నశించును.

లోకములోగల మానవులలో కొందరు పృథివీతత్త్వములో నుందురు. మరికొందరు జలతత్త్వములోను, కొందరు అగ్నితత్త్వములోను కొందరు వాయుతత్వములోను, కొందరు ఆకాశతత్త్వములోను, కొందరు అవ్యక్తతత్త్వములోను, కొలదిమంది మాత్రమే పరమాత్మతత్త్వములోను యుందురు.

ఒక్కొక్క భూతమును క్రమముగా జయించి 'దాటి' పరమాత్మతత్వమును అనుభవమునకు తెచ్చుకొనిన మానవుడే ప్రజ్ఞావంతుడు, ధీరుడు, శూరుడు, జీవన్ముక్తుడు, మహాత్ముడు యనబడును.

పృథివీతత్త్వములో నున్న మానవుడు జలతత్త్వములో నున్న మానవునకు లోబడును. మన్ను జలమునకు కరిగిపోవుచున్నది గదా.

ఇట్లే జలతత్త్వములోనున్న మానవుడు అగ్నితత్త్వములోనున్న మానవునకు వశమైపోవును. జలము అగ్నికి ఆవిరియై తరిగిపోవునుగదా !

ఇట్లే అగ్నితత్త్వములో నున్న మానవుడు వాయుతత్త్వములోనున్న మానవునకు స్వాధీనుడగును. దీపము వాయువునకు 'గాలికి' ఆరిపోవునుగదా.

ఇట్లే వాయుతత్త్వములోనున్న మానవుడు ఆకాశతత్త్వములో నున్న మానవునకు లొంగియుండును. వాయువు ఆకాశముచే స్తంభించిపోవునుగదా.

ఆకాశము మూలప్రకృతికి లోబడును. అందువలననే పరమాత్మయందు సంలగ్నముచేసిన బుద్ధిగల మానవులు స్తుతినిందాది శబ్దములకు చలించక నిశ్చలముగా నుందురు.

మూలప్రకృతి పరమాత్మకు వశమైయుండును. అందువలననే పరమాత్మతత్త్వానుభవము గల మహాత్ములు సంకల్పాతీతులుగా, ద్వంద్వాతీతులుగా నున్నారు.

మానవుడు పంచభూతములకు తండ్రియైన పరబ్రహ్మస్వరూపుడే యైనప్పటికిని అజ్ఞానముచేత, మాయాభ్రాంతిచేత పంచభూతములచేత నిర్మింపబడిన శరీరమే నేను యని తలంచుచున్నాడు.

పంచభూతమయమైన వస్తువులను నావి యని కోరుచున్నాడు. వాటికి దాసుడై నానాబాధల నొందుచున్నాడు. భూమికి శబ్దము, స్పర్శ, రూపము, రసము, గంధము అను ఐదు గుణములున్నప్పటికిని ప్రధానగుణము గంధ మగును. అందువలన చెడువాసనలకును, మంచివాసనలకును మన మనస్సు ద్వేష రాగ

ములను బొందకున్నచో మనము పృథివీతత్త్వమును జయించిన 'దాటిన' వార మగుదుము.

జలమునకు శబ్ద, స్పర్శ, రూప, రసములనెడి నాలుగు గుణములు యున్నప్పటికిని ప్రధానగుణము రస మనబడును. అందువలన మనము జిహ్వారుచులకు రాగద్వేషముల నొంద కున్నచో మనము జలతత్త్వమును దాటినవార మగుదుము.

అగ్నికి శబ్ద, స్పర్శ, రూపములనెడి మూడుగుణము లున్నప్పటికిని ప్రధానగుణము రూప మనబడును. అందువలన మననేత్రములకు కనబడుచున్న స్త్రీ ధనాది రూపములపై మనము ఇచ్ఛాద్వేషముల నుంచకున్నచో మనము అగ్నితత్త్వ మును స్వాధీనపరచుకొనిన 'జయించిన' వార మగుదుము.

వాయువునకు శబ్దము, స్పర్శ అను రెండుగుణము లున్న ప్పటికిని ప్రధానగుణము స్పర్శ యగును. అందువలన స్త్రీ ధనాది వస్తువులను అంటుకొనినప్పుడును, శీతోష్ణములు కలిగి నప్పుడును మన మనస్సు రాగద్వేషముల నొందకున్నచో మనము వాయుతత్త్వమును జయించినవార మైనట్లగును.

ఆకాశమునకు శబ్దగుణమొక్కటే యుండును. అందు వలన స్తుతినిందలరూపముగా నున్న శబ్దములకు, స్త్రీ ధనాది వస్తువులకు సంబంధించిన శబ్దములకును మన మనస్సు చలింపక సత్యస్వరూపమై పరమాత్మయందే నిలిచియున్నచో మనము ఆకాశతత్వమునుకూడ దాటినవార మగుదుము.

ఈ విధముగా పంచమహాభూతములను పూర్తిగా దాటిన మాత్రమే పరమాత్మను ధ్యానించి తెలిసికొని ఐక్యమగుటకు అర్హుల మగుదుము.

1 పాదమునుండి మోకాలువరకు పృథివీస్థానమనియు,
2 మోకాలునుండి గుదమువరకు జలస్థానమనియు,
3 అపనముునుండి హృదయమువరకు అగ్నిస్థానమనియు,
4 హృదయమునుండి భ్రూమధ్యమువరకు వాయుస్థానమనియు,
5 భ్రూమధ్యముమండి శిరస్సువరకును ఆకాశస్థానమనియును
శ్రుతి చెప్పెను.

1. పృథివీమదము వృద్ధియైనప్పుడు దేహమును కష్టపెట్ట కుండగా పోషించవలెనను నిశ్చయబుద్ధిగలవార మగుదుము.

2. జలతత్త్వము పెరిగినప్పుడు అనేకవస్తువులను కూడబెట్టి సంసారుల మగుటకు యిచ్ఛగింతుము.

3. అగ్నిమదము వృద్ధియైనపుడు స్త్రీ పురుష సంభోగముపై కామముగలవార మగుదుము.

4. వాయుమదమెక్కినపుడు పాదచలనము గలిగి నడవవలెననియు, చేతులతో నేదైన పనిని చేయవలెననియు ప్రీతి లాగుచుండును.

5. ఆకాశమదమెక్కినప్పుడు గుఱ్ఱము, ఏనుగు, బస్సు, విమానము మొదలైన వాహనములపై కూర్చొనుటయందును యిచ్ఛ జనించును.

6. సూర్యమద మెక్కినప్పుడు కోపమువచ్చును.

7. చంద్రమదమెక్కినప్పుడు సందేహములు కలుగును.

8. ఆత 'అహంకారము' మదమెక్కినప్పుడు మనకంటె నధికులు లేరని అభిమానింతుము అని ఈవిధముగా జ్ఞానసింధువు చెప్పెను.

జగము - దేవుడు - జీవుడు

శ్లో॥ యేన శబ్దం రసం రూపం గంధం జానాసి రాఘవ
తమాత్మానం పరంబ్రహ్మ జానీహి పరమేశ్వరమ్ ॥

తా ॥ ఏ తెలివి చెవులద్వారా శబ్దములను, నాలుకద్వారా రుచులను, నేత్రములద్వారా రూపములను, ముక్కుద్వారా వాసనలను, చర్మముద్వారా శీతోష్ణ మృదుకఠినత్వములను తెలిసికొనుచున్నదో ఆ తెలివియే ఆత్మయనియు, పరబ్రహ్మమనియు, పరమేశ్వరుడనియును తెలిసికొనుము రామా!

ఈ శ్లోకము జీవేశ్వర జగత్తులయొక్క స్వరూపములను సులభముగా చెప్పుచున్నదని సూక్ష్మబుద్ధిగలవారు గ్రహించుకొనవచ్చును.

ఎట్లనగా :

వినబడుచున్న శబ్దములు జగమగును. ఈ శబ్దములను తెలిసికొనుచున్న తెలివియే దేవుడగును. ఇష్టమైన శబ్దములకు సంతోషమును, ఇష్టములేని శబ్దములకు దుఃఖమును పొందువాడు జీవుడనబడును.

ఇట్లే, వివిధరకములైన రుచులు జగమనియు, ఈ రుచులను తెలిసికొనువాడు దేవుడనియు, ఇష్టమైన రసములకు సంతోషమును, అయిష్టమైన రసములకు క్లేశమును పొందువాడు జీవుడనియును తెలియువలెను.

ఇట్లే, వివిధ రూపములను జగమనియు, ఈ రూపములను నేత్రములద్వారా తెలిసికొనువాడు ఈశ్వరుడనియు, ఇష్టమైన రూపములను చూచి సంతోషమును, అయిష్టమైన రూపములను

చూచి దుఃఖము, భయమునొందువాఁడు జీవుడనియును గ్రహించుకొనవలెను.

ఇట్లే, వివిధ వాసనలు జగమనియు, ఈ వాసనలను ముక్కు ద్వారా తెలిసికొనుచున్నవాడే భగవంతుడనియు, మంచివాసనలకు సంతోషమును, చెడువాసనలకు బాధయును పొందువాడు జీవుడనియు తెలిసికొనవలెను.

ఇట్లే, వేడి చల్లదనము కఠినత్వము మెత్తదనమును చర్మముద్వారా తెలియబడుచున్న జగమనియు, ఈ శీతోష్ణాదులను తెలిసికొనుచున్నవాడు దేవుడనియు, ఈ శీతోష్ణాదుల వలన సుఖదుఃఖములను, రాగద్వేషములను పొందువాడు జీవుడనియును తెలిసికొనవలెను.

ఈ విధముగా ముముక్షువులు, భక్తులు, జిజ్ఞాసువులున్ను జీవేశ్వర జగత్తుల స్వరూపములను గ్రహించి జీవునకు దేవునకు మధ్య గల జగద్భ్రాంతిని తొలగించుకొని దేవునితో సామ్యత్వము నొందవలెను.

తమోగుణముతో నున్న జీవుడు పాపకార్యములను చేయుచున్నాడు. రజోగుణముతో నున్న జీవుడు భోగములలో మునుగుచున్నాడు. సత్వగుణముతో నున్న జీవుడు భగవంతుని లేక మోక్షమును పొందించునట్టి శారీరక, మానసిక సత్కర్మలను 'సాధనలను' చేయుచున్నాడు. త్రిగుణములను అతిక్రమించినవాడు బ్రహ్మస్వరూపుడుగా ప్రకాశించుచున్నాడు. ఇదే జన్మరాహిత్యస్థితి.

జీవుడు 'మనస్సు' పంచజ్ఞానేంద్రియము లనెడి నేత్రములతో ప్రపంచమును తెలిసికొని మోహించి బంధములో

మునుగుచున్నాడు. ఈ జ్ఞానేంద్రియములకు కర్మేంద్రియములు కూడా సహాయముగా నుండుటవలన మరింత సంసారదుఃఖము వృద్ధి యగుచున్నది.

జ్ఞానేంద్రియములు సాత్త్వికగుణ సంబంధము లనబడును. కర్మేంద్రియములు రాజసగుణసంబంధము లనబడును. ముక్కునకు గుదేంద్రియము స్నేహముతోనుండును. జిహ్వేంద్రియమునకు గుహ్యేంద్రియము స్నేహముకలిగి యుండును. నేత్రములకు పాదములు స్నేహముతో నుండును. చర్మమునకు (స్పర్శేంద్రియమునకు) చేతులు స్నేహముతో నుండును. చెవులకు (కర్ణేంద్రియమునకు) వాక్కు స్నేహముతో నుండును.

జీవుని సంసారము నశించవలెనన్నచో మొదట కర్మేంద్రియములు స్వాధీనముకావలెను. రెండవసారి జ్ఞానేంద్రియములు స్వాధీనము కావలెను. మూడవసారి అంతరింద్రియము లనబడు మనస్సు బుద్ధి చిత్తము అహంకారమును స్వాధీనముకావలెను. ఈ విధముగా పదునాలుగు యింద్రియములున్ను స్వాధీనమైనప్పుడే, కామ క్రోధాది గుణములును, పుణ్యాపాపములును నశించి పరబ్రహ్మానుభవము కలుగును.

ఇంద్రియములతో ప్రపంచమును సేవించుట, చూచుటయును సంసారబంధమునకు హేతువగుననియు, ఆ పదునాలుగు ఇంద్రియములతోను పరమాత్మను సేవించినచో మోక్ష మొందుటకు కారణమగు ననియును తెలిసికొనవలెను.



మహావాక్యోపదేశము

పెద్దకుమారుడు యనునపుడు చిన్నకుమారుడు కలడనియు, చిన్నకుమారుడు యనునపుడు పెద్దకుమారుడు కలడనియు నర్థమగుచున్నదిగదా! యిట్లే మహావాక్య మనునపుడు సామాన్యవాక్యము కలదనియు సామాన్యవాక్య మనునపుడు మహావాక్యము కలదనియు నర్థమగుచున్నది.

మాకు మహావాక్యోపదేశము చేయవలసినదనియు, పరమ రహస్యమును, పరమగోప్యమును ఉపదేశించవలయుననియును అనేకులు అడుగుచుందురు.

జీవుడు వేరు, బ్రహ్మము వేరు యను భావముతో శివ, రామ, కృష్ణ, నారాయణాది దేవతల మంత్రములలో నొక దానిని ఉపదేశించి దీనిని ఎల్లపుడును కీర్తించుము, జపించుము, ధ్యానించుము యని బోధించుట సామాన్యవాక్యోపదేశమగును. జీవబ్రహ్మల యభేదదృష్టితో మనో బుద్ధి చిత్త యహంకారాది యింద్రియములను, జాగ్రత స్వప్న సుషుప్తియను అవస్థాత్రయములను సాక్షిగా నిర్వికారముగా నుండి తెలిసికొను ప్రజ్ఞయే తెలివియే బ్రహ్మమనియు, అదే నీ నిజస్వరూపమనియు, అదే సమస్తమునందును పూర్ణముగా నిండియున్నదనియును బోధించుట మహావాక్యోపదేశ మగును.

పైవిషయము లన్నియును ఉపనిషద్గీతాది గ్రంథములను చదివినవారికి, గురువులదగ్గర శ్రవణము చేసినవారికిని తెలిసియే యుండును. తెలియక ఎవరును చెడిపోవుటలేదు. నమ్మి ఆచరించకయే చెడిపోవుచున్నారు.

శ్లో॥ ఇంద్రియాణి పరాణ్యాహు రింద్రియేభ్యః పరం మనః।
మనసస్తు పరాబుద్ధి ర్యోబుద్ధేః పరతస్తు సః॥

శరీరముకంటె ఇంద్రియములు సూక్ష్మమైనవనియు, జ్ఞానేంద్రియ కర్మేంద్రియములకంటే మనస్సు సూక్ష్మమైన దనియు, మనస్సుకంటె నిశ్చయించే బుద్ధి సూక్ష్మమైనదనియు, బుద్ధికంటె ప్రజ్ఞాస్వరూపమై, సత్యస్వరూపమై, ఆనందస్వరూపమై, నిర్వికారముగానున్న మన నిజస్వరూపము మిక్కిలి సూక్ష్మ స్వరూపమైనదని తెలియదా!

శ్లో॥ అనాదిత్వా న్నిర్గుణత్వా త్పరమాత్మాఽయ మవ్యయః।
శరీరస్థోఽపి కౌంతేయ న కరోతి న లిప్యతే॥

మొదలు లేనిదియు, సత్త్వ రజ స్తమోగుణములు లేనిదియు, నశించనిదియు నగు మన నిజస్వరూపమైన పరమాత్మ ఈ శరీరములో నుండియు నేపనిని చేయక, దేనికి నంటక నున్నదను విషయము కొంచెము ఆలోచించినంతమాత్రముననే తెలియు చున్నదిగదా!

శ్లో॥ జితాత్మనః ప్రశాంతస్య పరమాత్మా సమాహితః।
శీతోష్ణసుఖదుఃఖేషు తథా మానావమానయోః॥

మనస్సునందు కామ, క్రోధ, లోభ, మోహాది దుర్గుణము లెన్నియో గలవు. దుర్గుణములతో నున్న యా మనస్సునకు మనము దాసులమగుటచేతనే మన నిజస్వరూపమైన సత్యజ్ఞానా నందయఖండపరమాత్మను గాంచలేక, దానియందే యుండలేక దుఃఖితులమై పలువిధములుగా విలపించుచున్నాము. మన నిజ స్వరూపాత్మయందే నిష్ఠ కలిగియుండి మనము మనస్సును

స్వాధీనము చేసికొనినచో శరీరాదీంద్రియములకు ఎన్ని సుఖ దుఃఖాదులు కలిగినను మన నిజస్వరూపమునందే ఎల్లప్పుడున్ను నిర్వికారముగా అఖండముగా ఆనందముగా నుండగల్గుదుము.

పెద్దలద్వారా, గ్రంథపఠనద్వారా వేదాంతవిషయములను ఎన్ని తెలిసికొనినను, కోటిపర్యాయములు మననము చేసినను నిదిధ్యాసనముద్వారా 'ఆచరణద్వారా' మానసాదీంద్రియములను, సత్త్వరజస్తమోగుణములను స్వాధీనముచేసికొననంతవరకును తత్త్వమస్యాది మహావాక్యముల తత్త్వము అనుభవమునకు రాదు. ఇందుకు కొంచెమైనను సందేహము లేదు. సందేహము లేదు. ముమ్మాటికిని సందేహము లేదు.

ఉపదేశములవలన భగవత్తత్త్వము తెలియబడదు. ఆచరించినమాత్రమే ఆత్మతత్త్వము అనుభవమగును. ఆచరించకుండ మహావాక్యోపదేశము నొందవలెనని ఉబలాటపడుట 'ఉత్సాహముతో తొందరపడుట', మహావాక్యోపదేశము నొందితినని 'మహావాక్యమును తీసికొంటినని' సంతోషపడుటయును గొప్పది కాదు. ఆచరణయే గొప్పది.

ఆచరణ యనగా సత్యమైన పరమాత్మచింతన చేయుటయు, అసత్యమైన ప్రపంచవిషయచింతనలను నశింపచేయుటయు నగును. ఇట్టి ఆచరణవలననే ప్రపంచభ్రాంతులున్ను, దేహమే నేను యను అహంకారమును నశించి, అఖండ అనంత బ్రహ్మానుభవము కలుగును.

మహావాక్యముల గురించి చెప్పువారలలోను, తీసికొనిన వారలలోను అనేకులు యమ నియమములు లేనివారై, శమ దమాదులు లేనివారై, అభేదదృష్టి లేనివారై, కామక్రోధాది

గుణములతో పీడింపబడుచున్నారు. ఇతరులనుకూడ పీడించుచున్నారు.

శ్లో॥ విద్యావినయసంపన్నే బ్రాహ్మణే గవి హస్తిని।
శునిచైవ శ్వపాకే చ పండితాః సమదర్శినః॥
గీత-అ. 5, శ్లో॥ 18.

శ్లో॥ సుహృన్మిత్రార్యుదాసీన మధ్యస్థ ద్వేష్య బంధుషు।
సాధుష్వపి చ పాపేషు సమబుద్ధి ర్విశిష్యతే॥
గీత-అ. 6, శ్లో॥ 9.

ఈ పై చెప్పిన రెండుశ్లోకములున్ను మహావాక్యానుభవము గల మహాత్ముల లక్షణమునుగురించి చెప్పినవి. కాన గీతలో వివరముగా చదువుకొనవలెను. సామాన్యులకు మహావాక్యోపదేశము చేయుట వారిని నరకమునకు పంపించుటకు ప్రయత్నించుట యగుననియే యోగవాసిష్ఠములో చెప్పబడినది. తగిన అర్హతను సంపాదించుకొనక అహం బ్రహ్మాస్మి, అహం బ్రహ్మాస్మి యని అనుచుండువారు శ్మశానములో నక్కలై పుట్టి అరచెదరని శ్రీ శంకరాచార్యులు చెప్పిరి.

ఇప్పు డొక చిన్నకథ చెప్పెద: నవద్వీపమునందు మురారి యను పండితు డొకడు కలడు. అతడు తన విద్యాగర్వముతో అహం బ్రహ్మాస్మి, అహం బ్రహ్మాస్మి అనగా నేనే బ్రహ్మను, నేనే బ్రహ్మను యని తన్ను తాను చాటుకొనుచు తిరుగుచుండెను. ఇంకను భక్తి సిద్ధాంతములను హేళనజేయుచు, భక్తుల దేవాలయములనుచూచి అసహ్యించుకొనుచుండెను. ఒకనాడు ఐదుసంవత్సరముల వయస్సులోనున్న గౌరాంగుడు శ్రీకృష్ణచైతన్య ప్రభువు ఆ వీధిని బాలురతోఁగలసి పోవుచు, ఆ మురారిపండితుని

చూచి సోదరులారా! భూమిపైన ఈయనయే జ్ఞానబీజములను వెదజల్లువాడు. ఇక దేవుడు లేడని నిర్భయముగా మనము తిరుగవచ్చునని హాస్యముగా పలికెను. వెంటనే ఆ పండితుడు కన్నులెఱ్ఱజేసి 'ఏమిరా బాలకా! పేలుచున్నావు? యింత వరకును నన్ను జయించువాడు పుట్టలేదు. నీవురా నన్ను గేలిచేయుట!' యని కేకలువేసెను. అపుడు గౌరాంగుడు 'ఏమయ్యా! నీ పాండిత్యము; నిజముగా నిను నీవు తెలిసికొని యాత్మధ్యానములో నున్నవాడవైనయెడల మా మాటలతో నేమిపని? మే మెవరము? నీ వెవరవు? గేలిచేయుట యననేమి? అంతయు మిథ్యయేగదా! ఇటువంటి అనుభవములేనివారినెల్ల ముందు ముందు శిక్ష వేయుదు నని వీపుమీద నొకచరపు చరచి బాలురతోకూడ పారిపోయెను. ఆ చరపుతో పండితునకు తల తిరిగినది. ఇంతవరకు తాను పొరపడినట్లు తెలిసికొనినాడు. తరువాత తల్లిదండ్రులవద్ద నున్న గౌరాంగునకు సాష్టాంగ నమస్కారము చేసినాడు. దీనినిజూచి గౌరాంగుని తల్లిదండ్రులు అత్యాశ్చర్యము నొందిరి.

శ్లో॥ అకృత్వావృత్తివిలయం అజ్ఞాత్వా తత్త్వమవ్యయం।
అహం బ్రహ్మేతియో బ్రూయా త్తస్య జిహ్వాం వికర్తయేత్॥

"కామక్రోధాది రూపములైన మనోవృత్తులను 'వికారములను' నశింపజేయకనే, నిర్వికల్పస్వరూపమై ప్రజ్ఞాస్వరూపమై యున్న స్వస్వరూపమును 'పరబ్రహ్మతత్త్వమును' గాంచకనే నేను బ్రహ్మను, నేను బ్రహ్మను యని ఏసాధకుడు యనునో ఆ సాధకుని 'ఆ ముముక్షువుని' యొక్క నాలుకను కత్తితో కోసివేయవలెను" అని శ్రుతి.

శ్లో॥ నానుష్ఠానాత్ పరం కార్యం త్రిషులోకేషు విద్యతే।
సత్యం సత్యం పునస్సత్యం ఇతి మామక భాషితమ్॥

"అనుష్ఠానము (ఆచరణ) కంటె గొప్పకార్యము మరియొకటి మూడులోకములలోను లేదు. ఇది సత్యమైనమాట, ఇది సత్యమైనమాట, ఇది ముమ్మాటికిన్ని సత్యమైనమాట యని నా సిద్ధాంతము" అని మళయాళసద్గురువు చెప్పెను. ఓమ్.

మతస్థుల సాధారణ నియమములు

(విరక్త్యాశ్రమధర్మ విభాగము)

(1) ఆశ్రమములో నుండువారు భక్తి జ్ఞాన వైరాగ్యముల వృద్ధికి వ్యతిరిక్తమైన లోకవిషయములగురించి మాట్లాడుకొనరాదు.

(2) దైవ (ఆత్మ) భావనయే జీవితమునకు ప్రాణము కంటె అధికమైనదని మరువరాదు.

(3) ఇతరులను సోదరభావముతో గాంచవలెను.

(4) అత్యవసరమైనపని లేనిదే ఒకరితో నొకరు మాట్లాడుకొనరాదు.

(5) దైవాత్మను గాంచవలెను. మానసాదీంద్రియములను స్వాధీనములో నుంచుకొనవలెనను ఆతురత, ఆవేదనయు యెల్లప్పుడు నుండవలెను.

(6) న్యాయార్జితమైన మిత సాత్వికాహారమును భుజించువారే ఆశ్రమములో నుండవలెను.

(7) క్షణకాలమునుకూడ వ్యర్థముగా గడుపక సద్విని యోగపరచ శక్తిగలవారే ఆశ్రమములో నుండవలెను.

(8) మనస్సును, వాక్కును, శరీరమును స్వాధీనములో నుంచుకొని ఇతరులకు బాధకలిగించనివారే ఆశ్రమములో నుండవలెను.

(9) మతస్థులు అలంకారాది ఆడంబరములతో నుండరాదు.

(10) మతస్థులు, భక్తులు, ముముక్షువులు పగలు నిద్రించరాదు.

(11) కామక్రోధములకు, లోభ మ రి త న ము న కు చోటివ్వరాదు.

(12) పామరజనులను ఆశ్రమ ఆవరణలోనికి రానివ్వరాదు.

(13) ఆశ్రమావరణలో చుట్ట, బీడి వగైరాలను కాల్చనీయరాదు.

(14) ఆశ్రమములో అమ్మక మనునది ఉండరాదు.

(15) దూరముగానుండి ఎవ్వరిని కేకలు వేయరాదు. దగ్గరకుపోయి చెప్పవలెను.

(16) తలుపులుగాని, పెట్టెమూతలుగాని తీయునపుడును వేయునపుడును, పాత్రాది వస్తువులను ఉపయోగించుకొనుచుండు నపుడును శబ్దము కలుగకుండులాగున వర్తింపవలెను.

(17) అత్యవసరమైనప్పుడే తొందరగా నడువవలెను. పనుల జేయవలయును. మాట్లాడవలెను.

(18) శాంతమే భూషణముగా నుండవలెను.

(19) గురువుగారికి యెదురు చెప్పువారు, గురువు చెప్పిన నియమములయందు ప్రీతిలేనివారును మఠములో నివసింపరాదు.

(20) ఆహారశుద్ధి, క్రియాశుద్ధి, దేహశుద్ధి, వస్త్రశుద్ధి, వాక్శుద్ధి, స్థలశుద్ధి, మనోశుద్ధియును లేనివారు మఠములో నుండరాదు.

(21) కోరికలు లేనివాడే దేవుడనియు, దేవుడ నగుటకే మఠములోనికి వచ్చితిననియును మఠస్థుడు గుర్తులో నుంచుకొని వర్తించవలెను.

(22) ఇతర మానవులనుగాని, పులి, తేలు మొదలైన జంతువులనుగాని యెంతమాత్రమును దూషించక తమ హృదయమును పరిశుద్ధ మొనర్చుకొనుటకు సదా ప్రయత్నించుచుండు వారు మఠములో నివసింప నర్హులగుదురు.



గృహమును వదలి మఠములోని కెందుకు వచ్చితివి?

(1) వేదాంతశాస్త్రములు చెప్పినట్లును, గురువు చెప్పినట్లును నడచుటకును, మోక్షసిద్ధిని బడయుటకును వచ్చితిని.

(2) పాపము నశింపజేసికొనుటకును, పుణ్యము నార్జించుకొనుటకును వచ్చితిని.

(3) కామమును నశింపజేసికొనుటకును, నిష్కామమును పెంచుకొనుటకును వచ్చితిని.

(4) క్రోధమును నశింపజేసికొనుటకును, శాంతమును వృద్ధిజేసికొనుటకును వచ్చితిని.

(5) లోభగుణమును నశింప జేసికొనుటకు, త్యాగబుద్ధిని పెంచుకొనుటకును వచ్చితిని.

(6) మమకారమును నశింపజేసికొనుటకును, నిస్సంగమును వృద్ధిజేసికొనుటకును వచ్చితిని.

(7) ఇంద్రియముల నన్నిటిని జయించుటకును, ఆత్మధ్యాన నిష్ఠ సిద్ధించుకొనుటకును వచ్చితిని.

(8) ప్రపంచమును మరచుటకును, పరమాత్మను మరువకుండుటకును వచ్చితిని.

(9) భేదభావములను నశింపజేసికొనుటకును, అభేద దృష్టిని పెంచుకొనుటకును వచ్చితిని.

(10) సుఖ దుఃఖ, స్తుతి నిందాది ద్వంద్వములకు చలించకుండుటకు, ద్వంద్వాతీతుడ నగుటకును వచ్చితిని.

(11) దేహమే నేనను బుద్ధిని నశింపజేసికొనుటకును, సర్వాత్మబుద్ధిని పెంచుకొనుటకును వచ్చితిని.

(12) సత్వ రజస్తమో గుణములను దాటుటకు, పునర్జన్మరహితస్థితి నొందుటకును వచ్చితిని.

(13) మైత్రి, కరుణ, ముదిత, ఉపేక్ష యనెడి నాల్గు సద్గుణముల నలవరచుకొనుటకు వచ్చితిని.



ఆశ్రమ (సహజ) ధర్మసూక్తులు

(1) ఇతరులకు సేవచేసే స్వభావముండవలెనేగాని, సేవ చేయించుకొనే స్వభావముండరాదు.

(2) ఇతరులకు యిచ్చే స్వభావముండవలెనేగాని, పుచ్చుకొను స్వభావముండరాదు.

(3) ఇతరులు చెప్పిన (మంచి) పనులను చేసే స్వభావముండవలెనేగాని, ఇతరులకు పనులనుచెప్పే స్వభావముండరాదు.

(4) ఇతరులు చేయు దూషణలను సహించే స్వభావముండవలెనేగాని, ఇతరులను దూషించే స్వభావముండరాదు.

(5) ఇతరులు దూషించు పనులను, క్రోధముకాపు పనులను చేయరాదు.

(6) ఇతరులు చెప్పిన (మంచి) బోధలను శ్రవణము చేయవలెనేగాని,యితరులకు బోధించవలెనని ప్రీతితో నుండరాదు.

(7) మనకు కలిగిన కోరిక చెడ్డది కారాదు. మంచికోరిక యైనను దానివలన యితరులకు నష్టము కలుగుటకు కారణము కారాదు. (దానివలన) మనమున్ను నష్టపడి పోకుండవలెను.

(8) అత్యావసరమైనప్పుడే యితరులదగ్గరకు వెళ్ళి మాట్లాడవలెను. ఇతరులకును అత్యావసరమైనంతవరకే సమాధానము చెప్పవలయును.

(9) శరీరమును, వాక్కును స్వాధీనములో నుంచుకొని నిశ్చల మొనర్చుకొనవలెను. మనము చేయు పనులు నిశ్శబ్దముతో నుండవలెను.

10 జపముతో, సంకీర్తనముతో, సద్గ్రంథపఠనముతో, ఆత్మానాత్మవిచారణతోను కాలము గడుపవలెను.

11 భోజనము చేయునపుడు మౌనముతో, దైవ భావముతో నుండవలెను. ఒంటరిగానే నివసించవలెను.

12 అసత్యమైన దేహాది ప్రపంచ నామరూపములపై దృష్టినుంచక, పరమాత్మదృష్టిని 'సమదృష్టిని' సంపాదించు కొనుటకొరకే మన మిచ్చటకు వచ్చితి మను విషయమును రాత్రిం బవళ్లును మరువరాదు.

13 అన్నిజీవులకును మన ప్రవర్తనలు అమృతమువలె నుండవలెనేగాని విషమువలె నుండరాదు.

14 మన పవిత్రప్రవర్తనలనుచూచి యితరులు సన్మార్గమున నడచునట్లు మన ముండవలెనేగాని వట్టిమాటలతో 'బోధలతో' యితరులను సన్మార్గమున నడిపించే స్వభావము మన కుండరాదు.

15 తృప్తితో కామమును 'కోరికలను', ఓర్పుతో క్రోధ మును నిగ్రహించవలెను.

16 దైవాత్మభావన 'చింతన' లోనే శాశ్వత సంతోషము, సంతృప్తియు కలవనియు యితరవిధముగా వచ్చు సంతోషములో, తృప్తిలో దుఃఖము అనిత్యత్వమున్ను కలవనియు గుర్తించి మెలగవలెను.

17 వస్త్రధారణ నిరాడంబరముగా నుండవలెను.

18 నీతి ధర్మప్రవర్తనలతో, మనో నిగ్రహముతో, సర్వాత్మభావనతోను జీవించవలెను.

మతనివాసులు, వేదాంతులు, భక్తులున్ను యెట్లుండవలెను ?

మతములలో నివసించువారికి, వేదాంతమార్గమందున్న వారికి, భగవద్భక్తులకును క్రోధ ముండదనియు, ఓర్పుకలిగి శాంతముగా నుందురనియు, సత్యమునే పలుకుదురనియు, దయా స్వరూపు లనియు, సోదరభావముతో మెలగుదురనియు, స్వార్థ రహితబుద్ధి గలవారనియు, నాది యను మమకారగుణ ముండదనియు, నిరాడంబరవర్తనులనియు, నిరాశాపరులనియు, సమస్త ప్రాణులలోను సమానముగానున్న పరమాత్మను సర్వదా నమ్మి ధ్యానించువారనియును యితరులు తలచులాగున తమ జీవిత ప్రవర్తన లుండవలెను.

మరియు, వీరి ముఖమునందు భగవంతుడు తాండవ మాడుచున్నాడా ? వీరిలో ప్రకృతి 'మాయ' నశించిపోయినదా ? వీరు దైవాంశముతో పుట్టినారా ? వీరు ఉత్తమగురువుయొక్క శిష్యులా ? అని యితరులు తలచులాగున ప్రవర్తించవలెను.

గులాబిపుష్పమువలె, మల్లెపువ్వువలె యితరులకు ప్రియముగా నుండవలెనేగాని, కుక్కమలమును చూచి చీదరించుకొనులాగున, పాము, తేలు, మండ్రగబ్బలను చూచి భయపడి పోవులాగున మన జీవిత ప్రవర్తన లుండరాదు. పై జెప్పిన విధముగా ప్రవర్తించినమాత్రమే మనమున్ను లోకమున్ను బాగుపడు నను విషయమును ఎన్నడును మరువరాదు.



నవీనకాలపు సాధు సన్న్యాసు లెట్లుండవలెను?

ఈ కాలములో భిక్షమెత్తుకొని జీవయాత్ర చేయునట్టి సాధు సన్న్యాసులను, బ్రహ్మచారులను చూచి, దున్నపోతువలె నుండియు సోమరితనము నవలంబించి భిక్షకై బయలుదేరినావా? యని హేళన దూషణలను చేయుచున్నారుగదా!

అందువలన సామాన్యవైరాగ్యము గలవారు స్వంత ఆస్తిని వదలివేయక ఏకాంతస్థలములందు నివసించి స్వయముగా వంటచేసికొని భుజించి జప ధ్యాన భగవన్నామ సంకీర్తనా ద్యనుష్ఠానములను చేసికొనుచుండుట మంచిది.

అన్నవస్త్రాదులను గృహస్థులదగ్గరకు పోయి యాచించుట నీచమగునని పెద్దలు చెప్పుచున్నారుగదా!

మనోవాక్కాయములను భగవంతునికి అర్పించిన పూర్ణ వైరాగ్యముగల సన్న్యాసులకు, పరమభక్తులకు కామక్రోధాది గుణములు లేనందున ఆస్తిని వదలినను, సర్వసంగపరిత్యాగము జేసినను, ఆ సర్వేశుడే వారి జీవితమునకు కావలసినవాటి నన్నింటిని సమకూర్చి సంరక్షణ చేయుచుండును.

గృహస్థులు అన్నము పెట్టుచుందురుగాన, సాధు సన్న్యాసులు అమృతమును పెట్టుచుండవలెను.

అమృత మనగా శాశ్వతానంద మనబడును. శాశ్వత సుఖమును గలిగించునట్టి కర్మ, భక్తి, జ్ఞాన, వైరాగ్యాది ధర్మములను నిష్కామభావముతో అధికారి జనులకు బోధించుచుండుటయే అమృతమును పెట్టుచుండుట యనదగును.

సాధు సన్న్యాసులు అనిత్యములైన ఇంద్రియ విషయ సుఖములపై, ధనముపై, కీర్తిప్రతిష్ఠలపైని యాసక్తి నుంచక ఒక్క పరమాత్మనే దృష్టిలో నుంచుకొని జీవయాత్ర చేయుచుండ వలయును.

కామ క్రోధాది గుణములు నశించుటకొరకు సంకల్ప క్షయము, వాసనాక్షయము, తత్త్వజ్ఞానములు సిద్ధించుటకొరకును రాత్రింబవళ్లును పాటుపడుచుండవలయును.

పరిపూర్ణజ్ఞానము కలుగువరకును, లోకసేవాది కార్య ములలోనికి పోకుండుటయే ఉత్తమమని పెద్దలందరును చెప్పిరి.

అనవసరముగా తిరుగక, వ్యర్థప్రసంగములు చేయక, అసారమైన కోరికలను కోరక, కర్మేంద్రియములను, జ్ఞానేంద్రియ ములను, అంతరింద్రియములను స్వాధీనపరచుకొని పరబ్రహ్మ నిష్ఠను విడువకుండుట సాధు సన్న్యాసుల పరమధర్మ మను విషయము మరువరాదు.



మఠముయొక్క వాతావరణ మెట్లుండవలెను ?

మఠముచుట్టును పరిశుభ్రముగా నుండవలెను. చెడు వాసనలు లేనిదిగా నుండవలెను. నిశ్శబ్దముగా నుండవలెను. భక్తులుకానివారు అచటకు రాకుండవలెను.

మఠవాతావరణములో మామిడిచెట్లుగాని, సపోటాచెట్లు గాని, నారింజ, నిమ్మ, బత్తాయి మొదలైన ఫలవృక్షములు ఉండుట మంచిదికాదు. ఇట్లే గులాబి, మల్లె, చేమంతి, మందార మొదలైన పుష్పజాతుల చెట్లును ఉండుట మంచిదికాదు.

ఫల పుష్పాది వృక్షములు వున్నయెడల వాటిని దొంగ తనముగాగాని, ప్రత్యక్షముగాగాని యితరులు కోసికొందురు. అపుడు మనకు చెట్లపై గల మమకార వ్యామోహములవలన క్రోధము జనించును. దీనివలన ద్వేషభావములు, పోట్లాటలు, కొట్లాటలుకూడ జరుగవచ్చును. జపధ్యానములకై కూర్చొనిన వ్పుడు ఇతరు లెవరైన ఫలపుష్పాదులను కోసికొనుచున్నారా ? యను సంకల్పభావములుకూడ కలుగుచుండును. దీనివలన మన మోక్షప్రయత్నమునకు ఆటంకము జనించును.

మఠములో విక్రయించు పనులుండరాదు. విక్రయించు పనులవలన ఆశలు పెరుగును. ఆ ఆశయే మోక్షమార్గమున నడువనీయక జేయు గొప్పశత్రువు యనబడును.

మఠవాతావరణములో తులసిచెట్లు, మారేడుచెట్లు, రావి, మఱ్ఱి, వేప చెట్లును ముఖ్యముగా నుండవచ్చును.

నిజమైన ముముక్షువులు, భక్తులు, బ్రహ్మనిష్ఠులున్ను ప్రవృత్తివిషయములపై కొంచెమైనను అభిలాష నుంచుకొనరు. ఉంచుకొనకూడదు.

ఆశ్రమవాసులు సర్వసంగపరిత్యాగము చేసినమాత్రమే దైవాత్మసుఖము ననుభవించగల్గుదురు. వైరాగ్యము లేని మఠనివాసులు సంసారులతో సము లగుదురు.

ఫల పుష్పాది ద్రవ్యలాభముల నిచ్చు వృక్షములను నిర్మించుటయందు అభిలాషగలవారు నిజమైన ముముక్షువులు కానేరరు.

ఒక్కనిమిషమునుకూడ దైవాత్మను మరువక నుండ వలె నను తీవ్రమైన ప్రీతితో ఎల్లప్పుడు నుండువారే మఠములో నివసించుటకు అర్హులగుదురు.

ఒక కథ : ఒక రాజుగారు తనతోటలో తన గురువుగారివద్ద మోక్షధర్మములను వినుచుండగా రాజుగారి దృష్టి చెట్టుపై ఉడుత తినుచున్న పండుపై తిరిగియుండెను. దీనిని గురువుగారు చూచి యిప్పుడు చెప్పిన ధర్మవిషయము లేమిటో చెప్పుమని అడిగెను. అప్పుడు రాజుగారు స్వామీ! నా దృష్టి ఉడుత తినుచున్న ఫలముపై నుండుటవలన తమ రిప్పుడు చెప్పిన ధర్మములను సరిగా వినలేదని చెప్పెను. అప్పుడు గురువుగారు ఈ తోటలో గల పండ్లచెట్లనన్నిటిని శీఘ్రముగా నరికివేయించుము. అని ఆజ్ఞనివ్వగా, అప్పుడే అనేకమంది కూలీలను రప్పించి, చెట్ల నన్నిటిని నరికించెను. అప్పటినుండి రాజుగారు ఏకాగ్రదృష్టితో గురుబోధను శ్రవణముచేసి ధన్యుడయ్యెను.

శ్రీ వ్యాసాశ్రమములో నిమ్మచెట్లయందు గల నిమ్మకాయల నిమిత్తము పోట్లాటలు వచ్చుటవలన, ఆ నిమ్మచెట్లన్నిటిని శ్రీ సద్గురుస్వాములవారు పెరికిపారవేయించిరి.

మఠస్థులలో పోట్లాటలు

మఠములలో నున్నవారు పోట్లాడుకొనరాదు. వస్తువులపై గల మమకారముచేతను, దేహాభిమానముచేతను పోట్లాటలు వచ్చును. మమకారమును, అహంకారమును చంపుకొనుట కొరకు మనము మఠములో నివసించుచున్నామని నిశ్చయించుకొని గుణముయొక్క వృత్తిని బైటకు రానీయక లోన పుట్టిన మొలకనుగూడ మాడ్చివేయవలెను.

బుద్ధిలోగల వివేకబలము చాలక పోట్లాడుకొనినతరువాత ఇతరు లెవరైనను మీకు పోట్లాట ఎందుకు వచ్చినది ? అని యడిగినచో శాస్త్రవాక్యములందును,గురువాక్యములందును దృఢవిశ్వాసము గలుగనందున పోట్లాడుకొంటిమని చెప్పవలెనే గాని, మీతో పోట్లాడినవారు దుర్మార్గులనిగాని, అహంకారులు, క్రోధులు యనిగాని వర్ణించి చెప్పి విందవుచ్చరాదు. శత్రుమిత్రాదులను సహితము పరమాత్మస్వరూపులనుగా చూచుటయే మఠస్థుల ధర్మమని నిశ్చయించుకొని ప్రవర్తించవలెను.

" పొగడబడువాడు మరియును పొగడువాడు
తిట్టబడువాడు మరియును తిట్టువాడు
నొక్కడై యుండ స్తుతినిందలున్నె చెపుమ "

అని వివేకానందస్వామి చెప్పిన జ్ఞానధర్మమును ఆచరణలో పెట్టితీరవలెను. లేనిచో పామరులతో సమానులమే యగుదుము. పోట్లాడుకొన్నవారు మౌనము, ఉపవాసము, అన్నదానము, జపము మొదలగువాటితో ప్రాయశ్చిత్తము చేసికొనవలెను.

ఋణపడరాదు

ఇతరులకు బాధ గలిగించినను, ఇతరుల వస్తువులను అనుభవించినను మనము ఋణస్థుల మగుదుము. పితృఋణము, దైవ ఋణము, గురు 'ఋషి' ఋణమును తీర్చినవాని హృదయములో మనోసంకల్పవాసన లేమియు నుండవు.

తనకొరకు ఇతరుల ధనాది వస్తువులను ఎక్కువగా ఖర్చు పెట్టరాదు. భక్తితో ఇతరు లిచ్చినచో తన పోషణకు తగినంత మాత్రమే స్వీకరించవలెను. ఒక్క నిమిషకాలమునుకూడ వ్యర్థ పరచక సద్వినియోగపరచువారు త్వరలో ఋణత్రయముల నుండి విడివడి మోక్షసామ్రాజ్యసుఖము నొందగల్గుదురు.

గృహస్థునికి మఠాధిపత్య మివ్వరాదు

త్యాగచక్రవర్తికి ప్రజలెవ్వరును బోధింప నర్హులుకారు. సంసారబద్ధు లెంతటి యశోధురీణులు 'భాగ్యవంతులు' అయినను వారి నేదియో యొక స్వార్థదృష్టి పట్టి పీడించుచునే యుండును. భగవంతుడుకూడ నొక గృహస్థుడుగా నవతరించునెడల వాని

పరిపూర్ణపవిత్రతను నేను నమ్మజాలను. గృహస్థుడు మఠాధికారి యైనచో ఆత్మవాంఛల నీడేర్చుకొనుటకే యత్నించును. గృహస్థులచే నడుపబడిన సమస్తమఠములు, పంస్థలున్ను యిట్లే నాశన మైనవి. సన్న్యాసములేని మతము నిలువదు.

— శ్రీ వివేకానందస్వామి

స్త్రీపురుషుల నివాసములు

స్త్రీలు ప్రత్యేకముగను, పురుషులున్ను ప్రత్యేక భాగములోను నివసించవలెను. ప్రార్థనాసమయములోను, సద్బోధ, శ్రవణము జరుగు సమయమునందును, స్త్రీ పురుషులున్ను ఒకే హాలులోనికి వచ్చి కూర్చొనవలెను. పగలుగాని రాత్రులందుగాని ఒకేహాలులో స్త్రీ పురుషులు పరుండరాదు.

అత్యవసరమైన పని యున్నప్పుడే హాలులోనికి వచ్చి స్త్రీ పురుషులు మాట్లాడుకొనవలెను.

జిహ్వేంద్రియ చాపల్యము, గుహ్యేంద్రియ చాపల్యము, ధనముపై కాంతయున్ను గలవారు దైవసుఖమును పొందజాలరు. జ్ఞానములేని యువకులకు 'ముసలితనము రానివారికి' ఎక్కువగా గుహ్యేంద్రియ చాపల్య ముండును. ముసలివారికి ధనకాంత పీడించుచు నుండును. కీర్తికాంతకూడ నుండును.

భక్తు లెట్లు ధన్యులగుదురు ?
సన్న్యాసు లెట్లు ధన్యులగుదురు ?

శ్లో॥ సాధూనాం దర్శనం పుణ్యం। స్పర్శనం పాపనాశనమ్ ।
సంభాషణం కోటితీర్థం । వందనం మోక్షసాధనమ్॥

(1) భక్తులు సాధువులను దర్శించవలెనను ప్రీతియున్న పవిత్రు లగుదురు—సాధువులు భక్తులకు కనబడకయుండవలె నను ప్రీతితో యున్న పవిత్రు లగుదురు.

(2) భక్తులు సాధువులను స్పర్శించవలెనను భక్తియున్న పావను లగుదురు—సాధువులు భక్తులను తాకనీయక యుండవలె నను విరక్తియున్న పావను లగుదురు.

(3) భక్తులు సాధువులతో సంభాషించవలెనను ప్రీతి యుండిన ధన్యు లగుదురు—సాధువులు ఇతరులతో మాట్లాడుట యందు విరక్తియుండిన పవిత్రు లగుదురు

(4) సాధువులకు నమస్కారము చేయవలెనని భక్తులకు భక్తియుండిన ధన్యు లగుదురు—భక్తులతో నమస్కారములను చేయించుకొనగూడదను నిశ్చయముతో సాధువులుండిన ధన్యులు కాగల్గుగురు.

(5) భక్తులు సాధువులకు అన్న వస్త్ర ఫలాదులను సమర్పించుకొనవలెనను భ_ యుండిన ధన్యు లగుదురు—సాధు వులు భక్తు లిచ్చు అన్న వస్త్ర ఫలాదులను అధికముగా తీసి

కొనక పరమాత్మదృష్టిని వదలక యుండవలెనను నిశ్చయ ముండిన ధన్యు లగుదురు.

(6) భక్తులు సాధువులకు సేవచేయవలెనను భక్తి యుండిన ధన్యు లయ్యెదరు—సాధువులు ఇతరులచేత సేవ చేయించుకొనక యుండవలెనను విరక్తితో యుండిన ధన్యులు కాగలరు.

(7) భక్తులు పుణ్యసంపాదనయందు, సాధువుల యనుగ్రహమునందును ప్రీతి యుంచియున్నచో ధన్యులగుదురు -సాధుసన్న్యాసులు పుణ్యము, తపశ్శక్తియు పోవునేమో యను సందేహము (భయము) తో కాపాడుకొనుచున్న యెడల ధన్యు లగుదురు.

(8) భక్తులు సగుణారాధనవలన ధన్యు లగుదురు — సన్న్యాసులు నిర్గుణారాధనవలన ధన్యు లగుదురు.

(9) భక్తులు మంచిసంకల్పములవలన ధన్యు లగుదురు - సన్న్యాసులు నిస్సంకల్పముచేత ధన్యు లగుదురు.

గృహస్థాశ్రమ శ్రేష్ఠత్వము

సీ. వేదవ్రతముల నాపాదించి చరించు
బ్రహ్మచారుల కెల్ల బట్టుఁగొమ్మ
అతిథులై యేతెంచునట్టి గృహస్థుల
నాదరింపంగ గల్పాగమంబు
భార్యైకయుక్తులై వనమున దిరుగు వా
నప్రస్థులకు రక్షణప్రసక్తి
సంసార హింసారిరంసా విరక్తులౌ
సన్న్యాసులకును విశ్రాంతి భూమి
"యైన గార్హస్థ్యమున నుండి యఖిల ధర్మ
ముల నొనర్చి తుదకు ముక్తి బొందవచ్చు
నట్లు కాదేని య వ్వసిష్ఠాది మునుల
కేల గార్హస్థ్యమున నుండు తెరుగ జెపుమ."

—అని వ్యాసులు శుకునకు చెప్పెను.

సన్న్యాసాశ్రమ శ్రేష్ఠత్వము

సీ. ఈ జగత్త్రయమేలు నింద్రునకైన స
న్న్యాసికున్నంత సౌఖ్యమ్ము లేదు
సాక్షాన్మహాలక్ష్మి వక్షమందున్న వి
ష్ణునకైన యతికున్న సుఖము లేదు
త్రిజగత్కుటుంబియౌ నజునికైనను విర
క్తుల కున్నయంత నిశ్చలత లేదు
అణిమాదియుక్తుడౌ హరునికైనను గోచి
పాతరాయని కున్న ఖ్యాతి లేదు

తపములకు విఘ్నము లొనర్పదలచుటయును
దైత్యుల హరింపదలచి వేదంబుగొనుట
యనుగదా వీర లొనరించు పనులు నే నె
టింగియును సంగమున బడి బ్రుంగనేల ?

—అని శ్రీ శుకులు వ్యాసులకు చెప్పెను.

"సర్వం వ్యర్థం మరణసమయే రామ ఏక స్సహాయమ్"

చ. ప్రబలి కఫంబు కంఠమున బాధలు పెట్టెడివేళ జూపరుల్
గబగబ వైట పెట్టు డిక కార్యము లేదనువేళ కింకరుల్
దబదబ ప్రాణవాయువులు లాగెడువేళల నాలు చుట్టముల్
లబలబలాడు వేళల దలంపగ శక్యమె రామనామమున్.

సీ. దంతంబులూడు నన్ చింత పుట్టకమున్న
కనుదోయి మసకలు గొనకమున్న
ముదుతలచే మేను మిడుకు లాడకమున్న
వడకున గాల్ దడబడకమున్న
పెండ్లము కడు కడగండ్లు పెట్టకమున్న
నందనుల్ తనుచూచి నగకమున్న
గద్దించి బుడుతలు బుద్ధిచెప్పకమున్న
చెడురోగముల తెల్వి చెడకమున్న

గీ. పూని వైద్యుడు చెప్పకపోకమున్న
కాలభటదర్శనంబును గాకమున్న
రామ శ్రీరామ శ్రీరామ యనుచు
ధ్యానమొనరించువాడెపో ధన్యతముడు.

— శ్రీ వాసుదాసస్వామి

సీ. వదుచుదనం బెల్ల భగ్నమై దేహంబు
ముడుతలై ముడుతలై మొనయువేళ
కఫ వాత పిత్తాదికము లధికములై
యెంతయు తను ఛలాయించు వేళ
అమృతోపమానమం చనుకొను తనభార్య
తను చేర శంకించుకొనెడు వేళ
బంధుజనము నాల్గుప్రక్కలనుండి స్వ
లాభము లెల్ల తలంచు వేళ

గీ. క్షణములో ప్రాణ మిక దిగజారువేళ
రాముడే రఘురాముడే రక్షకుండు
చూడగా బోవ రాస్తి పంచుకొనువారు.
రక్షకులు గారు రాముడే రక్షకుండు.

—భక్త త్యాగరాజ

శ్లో. యదక్షరపద భ్రష్టం। మాత్రాహీనంచ యద్భవేత్
తత్సర్వంక్షమ్యతాందేవ పరమేశ నమోస్తుతే॥

శ్లో. మంగళం సద్గురుభ్యోఽస్తు। తద్గురుభ్యోఽస్తుమంగళమ్
అస్తు త్సర్వగురుభ్యోఽస్తు। నిత్యశ్రీ ర్నిత్యమంగళమ్॥